



Сумський національний аграрний університет



Національний технічний університет «ХПІ»



Політехніка Свентокржинська в Кельцах (Польща)



ТОВ «ТРІЗ»



Сумський державний університет



Державний біотехнологічний університет



Українська технологічна академія



ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ІНДУСТРІЇ 5.0

Збірник тез за матеріалами 31^{ої} міжнародної науково-
практичної конференції
(21-23 жовтня 2025 р.)

Частина 2

Секції: «Інноваційні технології в економіці»,
«Інноваційні технології безпечного середовища»,
«Інноваційні технології в енергетиці»,
«Інноваційні технології у педагогіці»

Суми – 2025

Інноваційні технології в Індустрії 5.0: Збірник тез за матеріалами 31-ої міжнародної науково-практичної конференції (21-23 жовтня 2025 р.). Ч.2. – Суми: СНАУ, 2025.- 152 с.

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

УДК 621.9.048

Бусенко І.В., студент, Агаджанова С.В., к.т.н., доц., СНАУ, м. Суми, Україна

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ SVG-МАП ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ ГУРТОЖИТКІВ

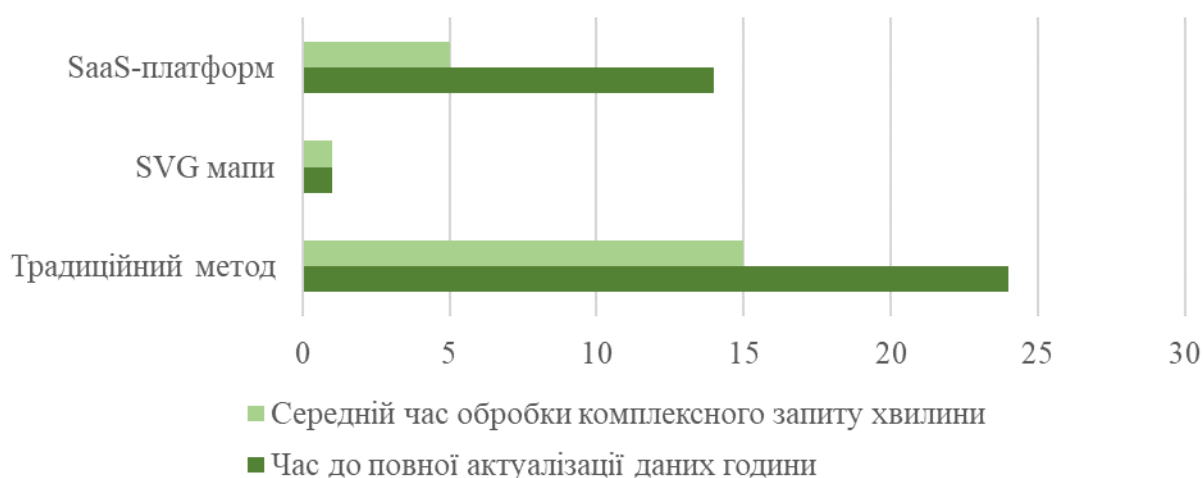
Ефективне управління інфраструктурою гуртожитків є актуальним завданням, що вимагає переходу від застарілих до сучасних цифрових інструментів. У контексті цифрової трансформації освіти, підвищення якості проживання студентів стає конкурентною перевагою закладу. Традиційні методи, що покладаються на паперові плани та розрізнені електронні таблиці, характеризуються низькою швидкістю доступу до інформації, відсутністю даних у реальному часі та високим ризиком помилок через людський фактор. Метою роботи є проведення порівняльного аналізу сучасних та традиційних методів для обґрунтування вибору оптимального технологічного підходу для розробки інтерактивної системи моніторингу інфраструктури гуртожитку.

Для досягнення мети було проаналізовано три ключові підходи:

1. Традиційний метод – використання паперових планів поверхів у поєднанні з таблицями Excel для ведення обліку. Цей підхід створює "інформаційні розриви", де дані про мешканців, оплати та технічний стан існують окремо від візуального плану приміщень.
2. Кастомна програмна розробка – створення системи "з нуля" з використанням технології SVG (Scalable Vector Graphics) у зв'язці з нативним JavaScript та серверною частиною з базою даних. Перевага SVG полягає в її DOM-структурі, що дозволяє програмно маніпулювати кожним окремим об'єктом (кімнатою, коридором) як унікальним елементом, прив'язуючи його до запису в базі даних.
3. Використання готових онлайн-сервісів – застосування SaaS-платформ (Software as a Service) (на прикладі ThingLink) для створення інтерактивних зображень без глибокого програмування. Цей метод дозволяє швидко "оживити" статичне зображення плану, додавши на нього інтерактивні мітки з текстом чи посиланнями, однак не забезпечує глибокої інтеграції та автоматизації.

Аналіз проведено за критеріями: автоматизація, актуальність даних, гнучкість, швидкість розгортання та вартість.

Оцінка продуктивності систем за часовими показниками



В результаті аналізу встановлено, що традиційний метод є неефективним та не відповідає сучасним вимогам. Онлайн-сервіси, такі як ThingLink, дозволяють швидко створити візуальний прототип з мінімальними витратами, проте мають суттєві обмеження у гнучкості, ав-

томатизації та інтеграції з базами даних, оскільки оновлення інформації переважно ручне і система залишається замкненою.

Кастомна розробка на основі SVG та JavaScript визначена як оптимальне рішення. Цей підхід забезпечує:

- Максимальну гнучкість для реалізації унікальної бізнес-логіки (наприклад, алгоритми автоматичного розселення, розрахунків комунальних платежів).
- Повний контроль над даними завдяки прямій інтеграції з централізованою базою даних, що гарантує їхню цілісність та актуальність.
- Можливість повної автоматизації процесів моніторингу, поселення, обліку майна та обслуговування.

Таким чином, обґрунтовано доцільність застосування масштабованої векторної графіки (SVG) як основи для створення інтерактивних карт в інформаційних системах управління гуртожитком. Даний підхід дозволяє вирішити ключові проблеми традиційних методів, підвищити прозорість моніторингу, прискорити реакцію на інциденти (наприклад, заявки на ремонт) та оптимізувати використання житлового фонду шляхом скорочення часу простою кімнат між виселенням та заселенням нових мешканців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Інформаційна система 'Residence' – URL: <http://residence.zzz.com.ua/index.php>.
2. Онлайн-сервіс для створення інтерактивного контенту ThingLink – URL: <https://www.thinglink.com/>.
3. Автоматизація процесу поселення студентів у гуртожитки студмістечка: наукова стаття – URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2019/aug/17808/5struk.pdf>.

УДК: 631.157

Васюрчик Н.Г., магістрант, СНАУ, м. Суми, Україна

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКІВ ЗА ВИПЛАТАМИ ПРАЦІВНИКАМ В БЮДЖЕТНІЙ УСТАНОВІ

Кожен громадянин має право на працю, яке реалізується через укладення трудового договору на одному або кількох підприємствах, в установах чи організаціях, якщо інше не передбачено законодавством, колективним договором або домовленістю сторін.

Протягом останніх двох років в Україні спостерігається тенденція інтеграції у світову економічну систему, що вимагає створення системи бухгалтерського обліку, узгодженої з міжнародними стандартами. Реформа бухгалтерського обліку торкнулася й обліку розрахунків з оплати праці, що проявилось не лише у зміні нумерації та найменування рахунків, задіяних у відображенні операцій з виплати заробітної плати, але й у суттєвих змінах методології бухгалтерського обліку. Зокрема, новий підхід передбачає оновлену класифікацію витрат підприємств та організацій, що впливає на формування облікової політики та порядок обліку витрат на оплату праці. Водночас установи та організації мають право самостійно визначати порядок ведення обліку цих витрат.

Розрахунки з оплати праці є одним із ключових об'єктів бухгалтерського обліку в бюджетних установах, і саме тому ця тема є актуальною. Винагорода за працю є головним стимулом для працівників лабораторії, а правильний бухгалтерський облік розрахунків з оплати праці має значний вплив на трудову дисципліну: своєчасне та коректне нарахування заробітної плати мотивує працівників до ефективного виконання службових обов'язків і пошуку резервів підвищення продуктивності та якості роботи.

Соціальне та фінансове забезпечення працівників установ, що функціонують у системі державного бюджету, є одним із пріоритетних напрямів державної політики. Від рівня оплати праці та матеріального стимулювання залежить ефективність виконання завдань, пов'язаних із забезпеченням контролю та захисту прав споживачів.

Заробітна плата в подібних структурах є точкою перетину інтересів держави, працівників, податкових органів та соціальних фондів. Вона виконує не лише роль основного джерела існування, але й є ключовим чинником мотивації, що впливає на якість і своєчасність виконання завдань. У зв'язку з цим облік витрат на оплату праці потребує від бухгалтерських служб високої точності, професійності й відповідальності. Помилки у розрахунках здатні спричинити серйозні фінансові й правові наслідки, які позначаються на діяльності всієї установи.

Розрахунки видатків, пов'язаних з оплатою праці, здійснюються відповідно до формульного підходу при розподілі міжбюджетних трансфертів. У складі видатків загального фонду обов'язково передбачаються кошти на утримання установ, включаючи оплату праці, нарахування на заробітну плату та інші соціальні гарантії.

Розрахунки з оплати праці є одним із ключових об'єктів бухгалтерського обліку. Саме тому актуальність даної теми є беззаперечною. Винагорода за працю виступає головним стимулом для співробітників лабораторії, які щодня виконують важливу функцію – здійснюють лабораторні дослідження харчових продуктів, кормів, води, сировини, ветеринарних матеріалів, надаючи високоспеціалізовані послуги, що мають стратегічне значення для держави та суспільства.

Бухгалтерський облік розрахунків з оплати праці безпосередньо впливає на трудову дисципліну та ефективність діяльності колективу. Правильна організація обліку не лише гарантує своєчасність і точність нарахувань заробітної плати, а й мотивує працівників до якісного виконання досліджень, відповідального ставлення до використання робочого часу, підвищення результативності та пошуку резервів для вдосконалення роботи установи.

Відповідно до Закону України «Про оплату праці», витрати на оплату праці формуються з фонду основної та додаткової заробітної плати, а також інших заохочувальних і компенсаційних виплат. Основна заробітна плата є винагородою за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці та визначається у вигляді тарифних ставок і відрядних розцінок для робітників та посадових окладів для службовців. [1]

Основна заробітна плата є винагородою за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці та визначається у вигляді тарифних ставок і відрядних розцінок для робітників, а також посадових окладів для службовців.

Додаткова заробітна плата становить винагороду за працю понад передбачені норми, за досягнення трудових результатів та за виконання роботи в особливих умовах. Вона включає доплати, надбавки та компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством, а також премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і службових функцій.

Економічна класифікація видатків бюджету дозволяє чітко розмежувати витрати за економічними ознаками та здійснити детальний розподіл коштів за їх предметними категоріями, такими як заробітна плата, нарахування, витрати на господарську діяльність, трансферти населенню та інші. Такий підхід забезпечує виділення захищених статей бюджету та уніфікує порядок виконання бюджету для всіх розпорядників коштів.

Видатки розглядаються як державні платежі, що не підлягають поверненню. Вони можуть бути відплатними, тобто здійсненими в обмін на товари чи послуги, або невідплатними (односторонніми). При цьому категорія видатків не включає платежі на погашення державного боргу, які відносяться до фінансування. Видатки бюджету за економічною класифікацією формуються в єдині групи та поділяються на поточні й капітальні.[2]

Видатки, пов'язані з проведенням тендерів на закупівлю товарів, робіт та послуг — зокрема, на розробку та розсилання тендерної документації, запрошення учасників та організацію засідань тендерного комітету — відображаються за відповідними кодами економічної класифікації видатків залежно від економічної суті платежу.

Оплата праці працівників бюджетних установ відбувається за кодом економічної класифікації видатків 1110. До цієї категорії входить заробітна плата всіх працівників бюджетних установ і організацій, військовослужбовців, осіб рядового та начальницького складу (у тому числі відряджених до органів виконавчої влади та інших цивільних установ), а також праців-

ників органів внутрішніх справ, органів і установ виконання покарань та податкової міліції у межах встановлених посадових окладів, ставок або розцінок. Крім основної заробітної плати, сюди включаються матеріальна допомога, премії та інші види заохочень або винагород у грошовій та/або матеріальній формі. При цьому величина оплати праці відображається без нарахувань на фонд оплати праці, які ведуться окремо за кодом 1120. До цього коду також відноситься одноразова грошова допомога при виході на пенсію, якщо така виплата передбачена чинним законодавством.

За кодом 1120 здійснюється нарахування бюджетними установами на фонд оплати праці, включаючи обов'язкові внески на державне пенсійне страхування та інші види страхування, передбачені законодавством, у розмірах, встановлених діючими нормативно-правовими актами.

У діловодстві установи обов'язково повинні зберігатися нормативні документи, що регламентують порядок нарахування заробітної плати. До них належать: штатний розклад; тарифікаційні списки; розцінки та норми; договори підряду на виконання разових робіт; інші трудові угоди, такі як контракти чи авторські договори; накази та розпорядження щодо виплати премій, доплат і матеріальної допомоги; а також колективний договір.[3]

Необхідно відзначити належний рівень фінансової дисципліни працівників бухгалтерської служби бюджетних установ України у питаннях нарахування та працівникам заробітної плати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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: 05.09.2025).
2. Ловінська Л. Г. Міжнародні стандарти в обліку державних підприємств України. Фінанси України. 2020. №6. С. 75-92.
3. Цятковська О. Бухгалтерський облік в управлінні державними установами. *Економічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2021. № 4. С. 38-47.

УДК 338.43(477):005.21:339.94

Голуб І.О., аспірант, СНАУ, м. Суми, Україна

ВПЛИВ МІЖНАРОДНИХ РЕГУЛЯТОРНИХ ВИМОГ НА СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ АГРАРНИМ БІЗНЕСОМ В УКРАЇНІ

У сучасних умовах глобалізації міжнародні регуляторні вимоги формують середовище, у якому українські аграрні компанії вибудовують свої стратегії розвитку. Регуляторні вимоги впливають на всі аспекти стратегічного управління: від вибору технологій і виробничих процесів до організації експорту, логістики та позиціонування на міжнародних ринках. Для українських підприємств, що прагнуть інтеграції у світову економіку та європейський ринок, дотримання міжнародних стандартів стає не лише передумовою конкурентоспроможності, а й фактором довгострокової стійкості бізнесу.

Одним із найвпливовіших напрямів регуляції є екологічні стандарти та принципи сталого розвитку. Європейський «зелений курс» (Green Deal) передбачає поступове обмеження використання хімічних добрив і пестицидів, скорочення викидів парникових газів, впровадження органічного землеробства та підтримку енергоефективних технологій. Україна, орієнтуючись на інтеграцію до ЄС, поступово імплементує ці вимоги у національну аграрну політику та законодавство, що вимагає від підприємств адаптації виробництва до екологічних норм [1]. Такі зміни стимулюють аграрні компанії інвестувати у «зелені» технології, зменшувати використання хімічних речовин, впроваджувати біодобрива, системи точного землеробства та альтернативні джерела енергії.

Другим важливим блоком регулювання є стандарти харчової безпеки та якості продукції.

Міжнародні норми Codex Alimentarius (ФАО/ВООЗ) визначають критерії допустимих залишків пестицидів, харчових добавок та мікробіологічних показників, що безпосередньо впливають на експортну політику. Для виходу на ринки ЄС, Канади або Японії українські виробники повинні дотримуватися систем управління безпечністю харчових продуктів ISO 22000 та HACCP. Запровадження таких систем не лише гарантує відповідність продукції міжнародним вимогам, але й підвищує довіру споживачів та імпортерів, зміцнюючи репутацію компанії на глобальному ринку.

Крім того, торговельні бар'єри, мита та фітосанітарні вимоги створюють додаткові виклики для аграрного експорту. Різниця у вимогах між країнами (наприклад, у сфері карантину рослин, сертифікації чи маркування) змушує українські підприємства формувати складні експортні стратегії, враховуючи регіональні особливості ринків. У процесі євроінтеграції Україна поступово гармонізує своє законодавство з нормами ЄС, що дозволяє підвищити доступ до європейських ринків, однак водночас вимагає суттєвих організаційних і фінансових витрат на адаптацію [2]. Таким чином, управління зовнішньоекономічною діяльністю в аграрному секторі потребує стратегічного прогнозування змін регуляторного середовища та диверсифікації каналів збуту для мінімізації ризиків.

Особливе місце серед регуляторних питань посідає використання генетично модифікованих організмів (ГМО). Політика різних держав у цьому питанні суттєво відрізняється: у Європейському Союзі застосовуються жорсткі обмеження та вимоги до маркування, тоді як у США, Канаді та Бразилії ГМО активно використовуються у виробництві. Різноманітна регуляторна політика змушує українські компанії вести окремий облік і контроль продукції для різних ринків, забезпечуючи відповідне маркування та відслідковування походження. Адаптація виробничих процесів до таких вимог підвищує витрати, але водночас створює конкурентну перевагу на регульованих ринках.

Для відповідності міжнародним регуляторним вимогам українські аграрні компанії впроваджують низку стратегічних інструментів. Насамперед, це сертифікація за міжнародними стандартами (ISO, HACCP, Global G.A.P.), що гарантує безпечність і якість продукції, відкриває доступ до нових ринків і підвищує довіру споживачів [3]. Важливим напрямом є екологізація виробництва, яка передбачає застосування біодобрих, енергоефективних технологій та автоматизацію процесів для зменшення викидів і раціонального використання ресурсів. Як зазначають аналітики ЕУ, гармонізація національних критеріїв сталості з міжнародними стандартами є визначальною умовою інтеграції українського агробізнесу у глобальні ланцюги доданої вартості [4]. Окрім цього, компанії диверсифікують ринки збуту, адаптуючи продукцію до вимог різних країн, та впроваджують системи управління ризиками, що забезпечують гнучке реагування на зміни міжнародного регуляторного середовища.

Таким чином, міжнародні регуляторні вимоги не лише встановлюють обмеження для діяльності аграрних підприємств, але й є драйверами їх інноваційного розвитку та екологічної трансформації. Для України адаптація до цих вимог є стратегічно важливою умовою підвищення конкурентоспроможності аграрного сектору, розширення присутності на глобальних ринках і забезпечення сталого розвитку економіки в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sopilko I., Zhmur N., Masseno M. D. On the implementation of the Green Deal policy in Ukraine : (For the Agricultural Sector during wartimes) *.Journal of Sustainable Institutional Management*. 2025. 12(JSIM), e0175. URL: <https://doi.org/10.37497/jsim.v12.id175.2025>
2. Free Policy Briefs. EU Accession and Sustainability Challenges for Ukraine's Agriculture. 2024. URL: <https://freepolicybriefs.org/2024/11/18/eu-accession-ukraine/>
3. QIMA. GLOBAL G.A.P. Certification – Standards and Processes. 2024. URL: <https://www.qima.com/food/certifications/safety/globalgap>
4. EY. The criterion of sustainability for Ukrainian agribusiness. 2025. URL: https://www.ey.com/en_ua/insights/climate-change-sustainability-services/the-criterion-of-sustainability-for-ukrainian-agribusiness

ОСНОВИ ЕКОНОМІКИ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ОСОБЛИВОСТІ ЙОГО РОЗВИТКУ.

Аграрне виробництво є фундаментом продовольчої безпеки держави та одним із найважливіших секторів національної економіки. Воно забезпечує населення продуктами харчування, а промисловість — сировиною для переробки. Економіка аграрного виробництва охоплює систему економічних відносин, які формуються в процесі виробництва, розподілу, обміну та споживання сільськогосподарської продукції.

Економіка аграрного виробництва вивчає закономірності формування, функціонування та розвитку сільського господарства як галузі, що поєднує використання землі, праці, капіталу й організаційно-управлінських рішень. Головною особливістю аграрного виробництва є тісний взаємозв'язок з природними умовами, сезонність праці, біологічний характер процесів та залежність від кліматичних факторів.

Сільське господарство складається з двох основних підгалузей — рослинництва і тваринництва, які взаємодіють між собою. Рослинництво забезпечує тваринництво кормами, а тваринництво — органічними добривами. Важливими допоміжними галузями є машинобудування для сільського господарства, переробна промисловість та агросервіс.

Ефективність аграрного виробництва визначається раціональним використанням усіх факторів: землі, праці, капіталу, матеріально-технічних ресурсів і технологій. Основним критерієм економічної ефективності є відношення результату до витрат, тобто рівень прибутку або рентабельності.

Сільське господарство має низку особливостей, що впливають на економічні процеси:

1. Сезонність виробництва — період між витратами праці та отриманням результату є тривалим.
2. Залежність від природно-кліматичних умов — урожайність і продуктивність тварин змінюються залежно від погоди, ґрунту, вологості.
3. Висока матеріаломісткість — значна частка витрат припадає на паливо, насіння, добрива, техніку.
4. Необхідність високого рівня механізації та автоматизації — для зменшення впливу людського фактору та підвищення продуктивності праці.
5. Використання біологічних процесів, що не підлягають повному контролю людини.

Ці особливості зумовлюють потребу у специфічних методах економічного планування, обліку, оцінки ефективності та управління виробничими процесами.

Основними ресурсами сільського господарства є: земельні ресурси — головний засіб виробництва, що визначає спеціалізацію господарства; трудові ресурси — працівники, зайняті у виробничих процесах; матеріально-технічні ресурси — машини, обладнання, будівлі, добрива, паливо; фінансові ресурси — кошти для забезпечення виробництва, інвестицій, кредитування; інформаційні ресурси — сучасні технології, цифрові платформи, агромоніторинг.

Економіка аграрного виробництва є складною системою, що поєднує природні, технічні та соціально-економічні фактори. Її основне завдання — забезпечення ефективного використання ресурсів для отримання максимальної кількості якісної продукції з мінімальними витратами.

Розвиток аграрного сектору повинен ґрунтуватися на інноваціях, цифровізації, екологічному підході та державній підтримці сільських територій. Саме інтеграція економічних знань, технологій та управлінських рішень створює умови для підвищення конкурентоспроможності українського аграрного виробництва на світовому ринку.

У майбутньому ефективність аграрного виробництва визначатиметься рівнем технологічності, здатністю адаптуватися до кліматичних і ринкових змін, а також умінням поєднувати економічні інтереси із принципами сталого розвитку.

МАРКЕТИНГОВА ПРОГРАМА АГРАРНОГО ПІДПРИЄМСТВА СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Аграрний сектор є провідною галуззю економіки Сумської області, яка має сприятливі природно-кліматичні умови для вирощування зернових, технічних культур, овочів, а також розвитку тваринництва. Проте сучасні ринкові умови вимагають від сільськогосподарських підприємств не лише виробляти продукцію, але й ефективно просувати її на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Маркетингова програма є важливим інструментом, що дозволяє підприємству визначити стратегію збуту, сформувані конкурентні переваги, зміцнити позиції на регіональному ринку та відкрити перспективи виходу на міжнародні ринки. Її впровадження спрямоване на забезпечення зростання обсягів реалізації продукції, підвищення рентабельності та формування позитивного іміджу підприємства.

Маркетингова програма аграрного підприємства складається із наступних компонентів:

- - Аналізу ринку та зовнішнього середовища дозволяє його поділ на внутрішній (Сумська, Полтавська, Київська області) та зовнішній (ЄС, Близький Схід) із зростанням інтересу до органічної та екологічно чистої продукції при діджиталізації торгівлі та розвитку кооперації.
- - Маркетингові цілі передбачають збільшити обсяги продажу на внутрішньому ринку на 15% протягом року, вийти на ринки ЄС з окремими видами продукції (зернові, соняшник, мед), підвищити впізнаваність бренду підприємства серед споживачів області, сформувати імідж виробника якісної та безпечної агропродукції.
- - Цільовими ринками є B2B-сегмент: переробні підприємства, торгові мережі, експортери, B2C-сегмент: кінцеві споживачі через фермерські ярмарки, онлайн-продаж, інституційні споживачі: школи, лікарні, заклади громадського харчування.
- - Маркетингові інструменти (комплексу 4P), а саме:
 - 1. Product (товарна політика), що включає:
 - - Асортимент: зернові, олійні, овочі, продукція тваринництва.
 - - Впровадження екологічно чистих та органічних технологій.
 - - Пакування та маркування з позначкою "Вирощено в Сумській області".
 - - Розробка власного бренду (логотип, слоган).
 - 2. Price (цінова політика):
 - - Гнучке ціноутворення залежно від сезону та обсягів закупівлі.
 - - Система знижок для оптових покупців та постійних клієнтів.
 - - Використання форвардних контрактів і біржових інструментів.
 - 3. Place (збутова політика):
 - - Прямі продажі через власний інтернет-магазин.
 - - Співпраця з торговими мережами ("АТБ", "Сільпо", "Еко-маркет").
 - - Участь у фермерських ярмарках у Сумах, Києві, Харкові.
 - - Вихід на експорт через логістичні компанії (порт Чорноморськ, Одеса).
 - 4. Promotion (комунікаційна політика):
 - - Реклама у соцмережах (Facebook, Instagram, TikTok).
 - - Просування через агропортали ("Latifundist", "Agravery").
 - - PR-кампанії: публікації у місцевій пресі, сюжети на регіональному телебаченні.
 - - Організація днів відкритих дверей для партнерів та споживачів.
 - - Участь у виставках ("АгроЕкспо", "Agro Ukraine").

Запропонована маркетингова програма для аграрного підприємства Сумської області охоплює ключові напрями: аналіз ринку, товарну, цінову, збутову та комунікаційну політику. Вона орієнтована на підвищення конкурентоспроможності підприємства, розширення

ринків збуту, зміцнення партнерських відносин та формування впізнаного бренду.

Реалізація заходів програми дозволить досягти таких результатів:

- збільшення обсягів продажу на прогнозований % протягом року;
- залучення нових партнерів у сегменті B2B;
- розширення каналів збуту через онлайн-торгівлю та торговельні мережі;
- вихід на ринки ЄС з експортною продукцією;
- формування позитивного іміджу серед споживачів Сумської області.

Таким чином, маркетингова програма виступає дієвим інструментом стратегічного розвитку підприємства та підвищення його ролі в аграрному секторі регіону.

УДК 342.951:339

Журбенко Н., к.е.н., ст.викладач, СНАУ, м.Суми, Україна

АДМІНІСТРАТИВНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ПОСАДОВОЇ ОСОБИ У ПУБЛІЧНИХ ЗАКУПІВЛЯХ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Система публічних закупівель є одним із ключових інструментів забезпечення ефективного використання бюджетних коштів, підвищення прозорості та запобігання корупційним проявам у сфері державного управління. Водночас дотримання законодавчих вимог у цій сфері значною мірою залежить від професійності та відповідальності керівника замовника. Адміністративна відповідальність виступає важливим механізмом правового регулювання, що покликаний забезпечити належне виконання посадових обов'язків, запобігати зловживанням і гарантувати дотримання принципів законності, відкритості та доброчесної конкуренції. Аналіз підстав і особливостей адміністративної відповідальності посадових осіб у публічних закупівлях дозволяє виявити проблемні аспекти правозастосовчої практики та визначити напрями удосконалення системи контролю у цій сфері.

Адміністративна відповідальність – це вид юридичної відповідальності, що виникає внаслідок вчинення адміністративного правопорушення. Вона настає за дії, які не є достатньо серйозними для притягнення до кримінальної відповідальності, але порушують порядок у суспільстві. Адміністративне правопорушення, тобто протиправна та винна дія чи бездіяльність, що порушує громадський порядок, власність, права та свободи громадян, підлягає встановленому порядку розгляду. У разі адміністративного правопорушення застосовуються такі адміністративні санкції: попередження; штраф; вилучення знаряддя, що стало знаряддям правопорушення; конфіскація знаряддя, що стало знаряддям правопорушення; позбавлення спеціального права; громадські роботи; адміністративний арешт.

Посилаючись на Закон України «Про публічні закупівлі» [1] на період дії правового режиму воєнного стану в Україні та протягом 90 днів з дня його припинення або скасування, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12.10.2022 № 1178 [2], можна знайти багато норм, які вимагають обов'язкового дотримання під час здійснення замовниками державних закупівель. У свою чергу, невиконання норм законодавства у сфері державних закупівель тягне за собою відповідальність відповідних осіб, зокрема адміністративну.

Аналізуючи положення Кодексу України про адміністративні правопорушення [3], ми з'ясували, що посадова особа може бути притягнута до адміністративної відповідальності. Згідно зі статтею сорок чотири Закону № 922, за порушення вимог, встановлених законодавством, адміністративну відповідальність несуть такі категорії осіб як: посадові особи та члени апеляційного органу; уповноважені особи, посадові особи клієнтів; посадові особи органів, що надають казначейські послуги за рахунок бюджетних коштів; посадові особи уповноважених органів, посадові особи центральних органів виконавчої влади, що реалізують державну політику у сфері державного фінансового контролю [1].

Адміністративна відповідальність у сфері державних закупівель визначена у статті 164-14 Кодексу України про адміністративні правопорушення [3]. Ця стаття містить виключний перелік правопорушень, за які посадові особи органу контролю мають право скласти

адміністративний протокол, а саме:

- тендерна документація не була підготовлена відповідно до вимог чинного українського законодавства;
- закупівля товарів, робіт та послуг до проведення процедур державних закупівель відповідно до вимог законодавства;
- порушення процедури визначення предмета закупівлі;
- неподання інформації та документів у випадках, передбачених законом;
- не опублікування інформації, пов'язаної із закупівлю, або порушення термінів публікації;
- використання конкурентного діалогу або обмежених торгів, або переговорної процедури державних закупівель, що проводиться за умов, не передбачених законом;
- умови договору про закупівлю, укладеного переможцем тендерної процедури закупівлі, не відповідають вимогам документації та пропозиції переможця процедури закупівлі;
- сума тендерного забезпечення, зазначена в тендерній документації, перевищує встановлені законодавством ліміти;
- зміна необхідних умов договору про закупівлю у випадках, не передбачених законодавством;
- ненадання замовником завчасного пояснення змісту тендерної документації;
- порушення термінів оцінки тендерної пропозиції;
- внесення неточних персональних даних до електронної системи закупівель та не актуалізація їх у разі внесення змін;
- укладання тендерних угод, що вимагають оплати товарів, робіт та послуг замовником до проведення процедур державних закупівель, передбачених законодавством;
- невиконання рішення Антимонопольного комітету України, як органу оскарження, за результатами розгляду скарг суб'єктів оскарження, подання яких вимагається законом;
- невідхилення тендерних пропозицій на державні закупівлі, що підлягають відхиленню, передбаченому законом;
- порушення термінів публікації тендерної документації;
- відхилення заявок на тендерні пропозиції через невідповідність вимогам законодавства або не передбачених законом.

Вчинення дій, передбачених статтею 164-14 Кодексу про адміністративні правопорушення, карається штрафом, що накладається на посадових та уповноважених осіб клієнта, у розмірі від ста неоподатковуваних мінімумів доходів громадян до десяти тисяч неоподатковуваних мінімумів доходів громадян [3].

Крім того, органи ДАС України уповноважені виявляти порушення, за які накладаються штрафи згідно з частинами 3-6 статті 164-14 Кодексу про адміністративні правопорушення, але такі штрафи можуть бути накладені лише місцевим судом (який може винести рішення про притягнення порушника до відповідальності) [3]. Поряд із посиленням адміністративної відповідальності за порушення у сфері державних закупівель, залишається невирішеним питання притягнення посадових осіб до кримінальної відповідальності за порушення процедур державних закупівель.

Адміністративна відповідальність керівника замовника у сфері публічних закупівель є важливим гарантом дотримання принципів прозорості, законності та ефективності використання бюджетних ресурсів. Вона спрямована на запобігання порушенням, недопущення корупційних проявів та забезпечення рівних умов для всіх учасників закупівельного процесу. Практика застосування адміністративних санкцій свідчить про необхідність підвищення рівня правової обізнаності керівників замовників, посилення контролю та вдосконалення механізмів превенції порушень. Отже, належне регулювання й неухильне виконання норм законодавства про публічні закупівлі сприятиме зміцненню довіри до державних інституцій і підвищенню ефективності управління бюджетними коштами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Про публічні закупівлі: Закон України № 922-VIII від 25 грудня 2015 року. URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/922-19#Text> (дата звернення 27.09.2025).

2. Про затвердження особливостей здійснення публічних закупівель товарів, робіт і послуг для замовників, передбачених Законом України “Про публічні закупівлі”, на період дії правового режиму воєнного стану в Україні та протягом 90 днів з дня його припинення або скасування: Постанова Кабінету Міністрів України № 1178 від 12 жовтня 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1178-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення 28.09.2025).
3. Кодекс України про адміністративні правопорушення [N 8074-X від 7 грудня 1984 року](#). URL: <https://ips.ligazakon.net/document/KD0005> (дата звернення 27.09.2025).

УДК: 681.518.2. 657.11

Демиденко В.П. магістрант, СНАУ, м.Суми, Україна

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ОБЛІКУ ВЛАСНОГО КАПІТАЛУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Інвестори, кредитори, власники намагаються об’єктивно оцінити внутрішні і зовнішні відносини об’єкта, його платоспроможність, ефективність і прибутковість діяльності, перспективи розвитку, тобто сформувати думку про фінансовий стан підприємства і результати його діяльності в минулому, з метою визначення майбутніх результатів. Одним з показників, на основі якого можна зробити такі висновки є власний капітал підприємства.

В сучасних економічних умовах діяльність кожного суб’єкта господарювання є предметом уваги значного кола учасників ринкових відносин, які зацікавлені в результатах його функціонування.

Для більшого розуміння, що являє собою власний капітал підприємства визначимо першочергово економічну сутність капіталу. Термін капітал має давнє походження і у перекладі з латинської мови означає «головний». Люди, що жили ще до зародження перших цивілізацій, називали капіталом стадо домашніх тварин (корів, овець, табун коней), тобто те, що може збільшуватися за рахунок природного приросту – зростати. [1, С. 45]

Взагалі, капітал – категорія надзвичайно складна. Кожний дослідник, який займався вивченням категорії «капітал», по-своєму характеризував бачення капіталу, через що й лягають в основу змісту даної категорії різні об’єкти. Розглянемо, як саме дослідники характеризували категорію «капітал».

За П.Ж. Прудоном, капітал – це гроші, які перетворюються на позиковий капітал; за Ф. Кене, капітал – це те, що купується на гроші, тобто засоби виробництва або нагромаджена вартість; за Д. Мілем, капітал – нагромаджений запас продуктів праці, що виникає в результаті нагромадження; за А. Смітом, капітал – це запас продукції (уречевлених засобів виробництва), що приносить прибуток, або за допомогою якого створюються нові блага; за Рікардо, капіталом є та частина багатства країни, яка вживається у виробництві: складається з їжі, одягу, інструментів, сирих матеріалів тощо, необхідних для того, щоб привести в рух працю; за К. Марксом, капіталом є сукупність певних виробничих відносин людей, властивих для системи найманої праці, тобто відносин з приводу привласнення власниками засобів виробництва результату неоплаченої праці найманих робітників (так званої додаткової вартості); М. Фрідмен ототожнює капітал з грошима або їх заміниками, які у своєму русі приносять дохід. [2, С.99]

Отже, бачимо, що в економічній літературі існує багато різних визначень терміну «капітал», проте розглянувши підходи різних дослідників, можна зробити висновок, що всі вони під капіталом розуміли вартість, яка в процесі свого руху зростає і приносить дохід, тобто капітал – це самозростаюча вартість.

Слід зазначити, що поняття «капітал» посідає важливе місце не лише в економічній теорії, воно цікавить і фахівців бухгалтерського обліку. [3, С. 8] На теперішньому етапі поняття

«власний капітал» є актуальним і невід'ємною складовою бухгалтерського обліку, і не залишається без уваги, це поняття розкрито у працях Ф. Бутинеця, Н.Ткаченко, М.Білухи, В.Палія, С.Деньга, В.Кивачука, Я.Соколова, Н.Малюги та ін.

Кожне підприємство, без винятку, для забезпечення ефективної господарської діяльності повинно володіти певними економічними ресурсами (активами). [4, С.101]

Якщо активи підприємства формуються тільки за рахунок власних коштів і підприємство не має зовнішньої заборгованості, облікова формула капіталу відображається в бухгалтерському обліку наступним рівнянням:

$$\text{Активи} = \text{Власний капітал}$$

Проте, слід зазначити, що на практиці, діяльність кожного підприємства обов'язково тягне за собою виникнення зобов'язань: перед працівниками підприємства – із заробітної плати, перед органами соціального страхування – із нарахувань страхових внесків різним організаціям від цієї зарплати, перед бюджетом – із різних податків, перед іншими контрагентами – із заборгованості за матеріальні та інші цінності. Тому з урахуванням заборгованості наведене вище рівняння набуває вигляду:

$$\text{Активи} = \text{Власний капітал} + \text{Зобов'язання}$$

Перетворюючи дане рівняння отримаємо рівність:

$$\text{Власний капітал} = \text{Активи} - \text{Зобов'язання}$$

Тобто бачимо, що величина власного капіталу визначається як різниця між активами і зобов'язаннями підприємства. [5, С.111]

Власний капітал - це частина в активах підприємства, що залишається після вирахування його зобов'язань. Власний капітал є основою для початку і продовження господарської діяльності будь-якого підприємства, він є одним із найточніших і найважливіших показників, оскільки виконує відповідні функції капіталу.

Утворюється власний капітал двома шляхами: внесенням власниками підприємства грошових коштів та інших активів; накопиченням суми доходу, що залишається на підприємстві.

За формами власний капітал поділяється на дві категорії: інвестований (вкладений або сплачений капітал); нерозподілений прибуток.

Джерелом формування статутного капіталу є грошові та матеріальні внески засновників. У випадку внесення засновниками до статутного капіталу матеріальних ресурсів, первісною вартістю є їх справедлива вартість, погоджена між засновниками, за якою активи зараховуються на баланс підприємства. Неоплачений капітал є нічим іншим, як заборгованістю засновників (учасників) по внесках до статутного капіталу. На сьогодні поняття «власний капітал» закріплено на законодавчому рівні, зокрема у П(с)БО 1 «Загальні вимоги до фінансової звітності», П(с)БО 2 «Баланс» та П(с)БО 3 «Звіт про фінансові результати» зазначається, що власний капітал – це частина в активах підприємства, що залишається після вирахування його зобов'язань. [6, С.424]

Власний капітал будучи основою для ефективної діяльності будь-якого підприємства виконує ряд важливих функцій, проте, необхідно зауважити, що серед науковців немає єдиного підходу стосовно того, які саме функції виконує власний капітал.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Іонін Є.Є. Аналітичне підґрунтя реалізації концепції збереження власного капіталу. *Актуальні проблеми економіки*. 2015. № 1. С. 43-53.
2. Іщенко В. І. Облікова політика в контексті зарубіжної практики. *Економіка АПК*. 2014. № 9. С. 96-102.
3. Каменська Т.М. Статутний капітал підприємства, що створюється: формування та облік *Все про бухгалтерський облік*. №109. 2010. С. 6-10.
4. Корольок Т.М. Резервний капітал як основа фінансової стійкості акціонерного товариства. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія: економіка. 2012. №13. 168 с. С. 98-101.

5. Корчан В., Михайличенко О. Проблема обліку власного капіталу. *Все про бухгалтерський облік*. № 27. 2015. С.10-13.
6. Крашельницька Т.А. Вплив політики управління капіталом на інструменти управлінського обліку. *Економіка: проблеми теорії і практики*. Дніпропетровськ, 2016. Вип. 245. С. 421-425.

УДК 338.43

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

ОСОБЛИВОСТІ ПЛАНУВАННЯ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБУТУ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА

Планування у рослинництві — це комплексний процес, який поєднує агрономічні, економічні та організаційні рішення. Від його якості залежить стабільність виробництва, рентабельність господарства та продовольча безпека країни.

Процес планування є важливою складовою яка забезпечує ефективність аграрного виробництва, що дозволяє раціонально використовувати земельні, трудові та матеріальні ресурси, а також забезпечує мінімізацію ризиків. Обґрунтований та реалістичний план є запорукою стабільного розвитку підприємства, забезпечує його конкурентоспроможність та економічну результативність.

Планування розглядається як система управлінських рішень, спрямованих на досягнення визначених економічних і виробничих цілей. Воно включає прогнозування обсягів виробництва, визначення структури посівних площ, розподіл ресурсів та контроль за виконанням технологічних процесів.

При розробці плану виробництва продукції рослинництва необхідно враховувати наступні особливості які пов'язані із кліматичними умовами вирощування різних культур:

- рівень забезпеченості теплом і вологою;
- рівень родючості ґрунтів;
- наявність ризику заморозків, посух, паводків;
- екологічні особливості території.

Також необхідно дотримуватись оптимальної структури посівів. При цьому важливо дотримуватись сівозмін, що забезпечують відновлення родючості ґрунту, зменшення поширення шкідників та хвороб. Основним завданням є забезпечення балансу між продовольчими, технічними та кормовими культурами.

Планування передбачає визначення можливих показників урожайності на основі агро-технічних заходів, використання сортів та гібридів з високим потенціалом, системи удобрення і захисту рослин.

Для успішного виконання плану необхідно визначити потребу сільськогосподарської техніки, засобів захисту рослин і добрив, насіннєвого матеріалу, засобів захисту рослин, палива та запчастин.

Ефективність планування залежить від правильного розподілу трудових ресурсів, узгодження термінів виконання польових робіт та забезпечення безперервності технологічних процесів.

Планування також включає аналіз витрат і прогнозування прибутку. Необхідно враховувати ринкову кон'юнктуру, попит на продукцію, можливості збуту й зберігання врожаю.

Також при плануванні вирощування продукції рослинництва необхідно враховувати сучасні технології, зокрема GPS-навігацію, сільськогосподарські безпілотні апарати, автоматизовані системи контролю, які дозволяють більш точно планувати посіви, контролювати якість виконання робіт і зменшувати витрати.

Планування збуту продукції рослинництва спрямоване на досягнення таких завдань:

- **Прогнозування попиту** – визначення потреб внутрішнього та зовнішнього ринків.

- **Оптимізація обсягів реалізації** – узгодження виробництва з можливостями продажу.
- **Формування цінової політики** – визначення вигідних цін з урахуванням ринкової кон'юнктури.
- **Зниження ризиків** – мінімізація втрат від коливань цін, сезонності та коливальності урожайності.
- **Розвиток партнерських відносин** – пошук надійних покупців, трейдерів та логістичних компаній.

Отже планування вирощування продукції рослинництва є багатофакторним процесом, що охоплює природні, економічні та організаційні аспекти. Його ефективність визначає конкурентоспроможність аграрних підприємств та їх внесок у продовольчу безпеку держави. Використання сучасних методів планування й інноваційних технологій є запорукою сталого розвитку аграрного виробництва.

Планування збуту продукції рослинництва є невід'ємною частиною управління агробізнесом. Системний підхід до цього процесу дозволяє забезпечити стабільність виробництва, передбачувані прибутки та зміцнення позицій на аграрному ринку.

Колодненко Н.В., к.е.н., доцент, Товстуха П., студентка, СНАУ, м.Суми, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЯВУ МАРКЕТИНГОВИХ РИЗИКІВ У АГРАРНОМУ СЕКТОРІ

Маркетингові ризики відносяться до небезпек або невизначеностей, які можуть виникнути в процесі реалізації маркетингових стратегій та дій. Ці ризики можуть впливати на успішність маркетингових кампаній, продажів продукції чи послуг, і загалом на позицію підприємства на ринку.

В першу чергу маркетингові ризики стосуються зміну смаках, уподобаннях споживачів чи економічні кризи можуть впливати на попит на продукцію чи послуги. Зміна конкурентного середовища, поява нових конкурентів або стратегічні дії конкурентів можуть впливати на ринкову частку підприємства. Якщо маркетингові стратегії, рекламні кампанії чи комунікаційні заходи не відповідають очікуванням споживачів, це може вплинути на імідж бренду та продажі. Розвиток нових технологій або застосування інновацій може впливати на вигляд і функціональність продуктів чи послуг, що може бути або перевагою, або ризиком для підприємства.

Зміни в законодавстві, податкові реформи чи нові регуляторні вимоги можуть впливати на спосіб функціонування підприємства. Економічні коливання, інфляція, валютні коливання можуть впливати на купівельну спроможність і, відповідно, на попит на товари та послуги. А природні катастрофи, епідемії, терористичні акти або інші непередбачувані події можуть мати серйозний вплив на діяльність підприємства [1].

Управління маркетинговими ризиками передбачає ретельне планування, аналіз і контроль заходів, що дозволяє зменшити вплив негативних факторів та використовувати можливості для покращення ринкового положення підприємства. Маркетингові ризики підприємства можна класифікувати за різними критеріями в залежності від їх джерела, природи та впливу на маркетингову діяльність.

Аграрні підприємства, які займаються виробництвом та переробкою сільськогосподарської продукції, також стикаються з різноманітними маркетинговими ризиками.

- кліматичні та природні ризики: Несприятливі погодні умови, такі як засуха, повені, град, можуть впливати на виробництво та якість сільськогосподарської продукції. Зміни в рівні врожайності можуть впливати на обсяги виробництва та вартість продукції.

Таблиця 1.1 - Класифікація маркетингових ризиків підприємства

Ознака	Види	Характеристика
Залежно від	Ризики зміни	Зміни у смаках, уподобаннях або споживчому попиті мо-

джерела виникнення	попиту	жуть впливати на успішність продажів.
	Конкурентні ризики	Конкурентна активність, нові входження на ринок або зміна стратегії конкурентів можуть впливати на ринкову частку підприємства.
	Технологічні ризики	Швидкі зміни в технологіях можуть зробити застарілими продукти або послуги підприємства.
	Юридичні ризики	Зміни в законодавстві або нові регулювання можуть впливати на маркетингову стратегію та діяльність підприємства.
Залежно від природи	Стратегічні ризики	Пов'язані з вибором невірної стратегії або недостатнім аналізом ринку перед прийняттям стратегічних рішень.
	Тактичні ризики	Пов'язані з реалізацією конкретних маркетингових заходів, таких як рекламні кампанії, акції тощо.
	Операційні ризики	Пов'язані з повсякденною маркетинговою діяльністю, наприклад, з управлінням запасами, логістикою та іншими операційними процесами.
Залежно від впливу	Фінансові ризики	Пов'язані з витратами на маркетингові заходи та можливістю неотримання очікуваного фінансового результату.
	Іміджеві ризики	Пов'язані з можливим негативним впливом маркетингових заходів на імідж підприємства.
	Територіальні ризики	Пов'язані з географічною розташуванням ринків і можливими ризиками, такими як політична нестабільність, економічні труднощі тощо.

Джерело: складено автором

- цінові ризики: Варіації в ринкових цінах на сільськогосподарську продукцію можуть впливати на доходи аграрного підприємства.
- ризики ринку: Зміни в споживчому попиті або експортні обмеження можуть створити нестабільність на ринку для аграрної продукції.
- логістичні ризики: Проблеми з транспортом та логістикою можуть впливати на доставку сільськогосподарської продукції до ринку.
- технологічні ризики: Недоступність чи обмеженість використання сучасних технологій може вплинути на ефективність виробництва.
- правові ризики: Зміни в законодавстві, які регулюють аграрний сектор, можуть впливати на виробництво та реалізацію продукції.
- іміджеві ризики: Проблеми з якістю продукції чи харчові скандали можуть негативно вплинути на імідж аграрного бренду.
- сезонні ризики: Залежність від сезонності може призвести до нерівномірного доходу та надмірного попиту в певний період року.

Окремо варто виділити ризик взаємодії з партнерами та конкурентами під час продажу продукції, до якого можна віднести ризики неефективної рекламної компанії, неефективного використання збутових моделей; ризик співпраці з неплатоспроможними партнерами; затримка партнерами з виконання їх договірних зобов'язань; зупинка партнерів щодо спільної бізнесової діяльності тощо[2, с. 55].

Для зменшення цих ризиків аграрні підприємства можуть використовувати стратегії диверсифікації виробництва, впровадження сучасних технологій, укладання договорів на постійні поставки, аналіз ринкових тенденцій та активне взаємодію з ринком.

У зв'язку зі спрощенням реєстраційних процедур власності та бізнесу останніми роками суттєво збільшилась кількість рейдерських захоплень різних підприємств та активів. Не став винятком і аграрний сектор, що наразі навіть за військового часу залишається найперспективнішою та найприбутковішою бізнесовою діяльністю. Найпоширеніші способи рейдерства в агросекторі зазначені на рис.1.1.

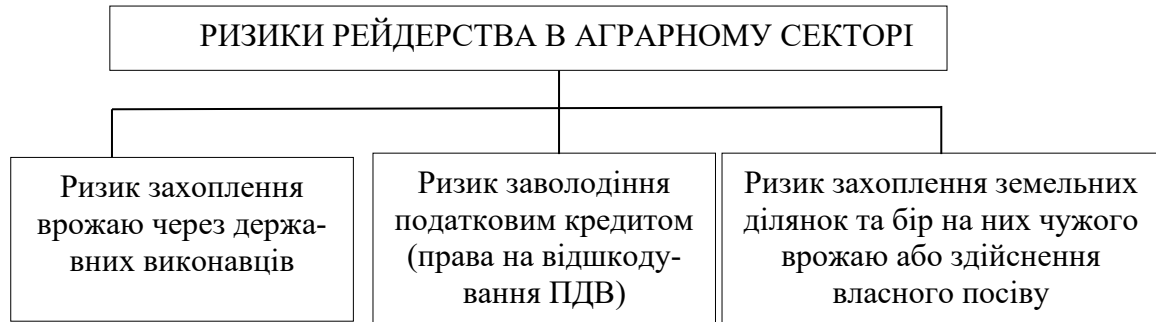


Рисунок 1.1- Основні ризики рейдерства в агробізнесі
Джерело: [6, С. 250]

Рейдерський захват - це ситуація, коли інша компанія чи особа, за допомогою різних схем чи дій, намагається неправомірно отримати контроль чи власність над підприємством. Рейдерські захвати можуть призвести до втрати поточного власника або управління підприємством, до некоректного управління підприємством, що може призвести до втрати ефективності та прибутковості.

Крім того, нові власники можуть внести зміни в стратегію та цілі підприємства, що не завжди може бути корисним для його розвитку та стабільності. Рейдерські захвати можуть вплинути на відносини з ключовими партнерами, клієнтами та постачальниками, що може призвести до втрати довіри та бізнес-зв'язків. Неспокій і невизначеність, пов'язані з рейдерськими захватами, можуть вплинути на ефективність та психологічний настрій персоналу. Рейдерські захвати можуть також значно вдарити по репутації підприємства, особливо якщо вони пов'язані з неправомірними чи аморальними діями [11].

Для зменшення ризиків рейдерських захватів в аграрному бізнесі, підприємство може вживати ряд заходів, таких як зміцнення правового захисту, підтримка добросовісного управління, укладення договорів із зацікавленими сторонами та утримання відносин з внутрішнім персоналом та зовнішніми стейкхолдерами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Занора В.О., Войтко С.В. Управління підприємствами: планування технологічних витрат, ризик-менеджмент, мотивування, прийняття управлінських рішень: монографія. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського; Політехніка, 2017. 224 с.
2. Карпенко Л., Чорненька Л. Ідентифікація та управління ризиками в маркетинговій діяльності. *Економічний простір*. 2022. 180. С. 54-57.
3. Кириченко Н.В. Методичні основи формування системи ризик менеджменту аграрних підприємств. *Агросвіт*. № 9-10. 2021. С. 46-52.
4. Коляда Ю. В., Кмитюк Т. Л., Шатарська І. Ф. Система методів та моделей оцінювання нелінійної динаміки числової міри економічного ризику. *Ефективна економіка*. 2020. № 7. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8052> (дата звернення: 18.11.2023).
5. Красноручський О.О., Маренич Т. Г., Марченко В. А., Помогалова Н. В. Трансформація маркетингу аграрних підприємств в умовах воєнного часу. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2023. Том 8. № 3. С. 10 – 17.
6. Кушнір С.О. Аналіз ризиків аграрного сектору України та методів запобігання і протидії. *Інтелект XXI*. № 1. 2018. С. 248-252.
7. Левків Г.Я. Ефективне управління ризиками маркетинг-менеджменту підприємств. *Причорноморські економічні студії*. Вип.5. 2016. С.130-134.
8. Лисенко В. Корпоративна стратегія управління ризиками в агробізнесі. *Agricultural and Resource Economics*. 2017. Vol. 3. No. 4. Pp. 97–108.
9. Лучко М., Григорук А., Литвин Л. До питання аналізу комерційних та маркетингових ри-

зиків: теоретичний аспект. *Галицький економічний вісник*. 2021. Т. 72, п 5. С. 53–63.

10. Мазур К. В. Розробка маркетингової стратегії сільськогосподарського підприємства агропродовольчого комплексу. *Ефективна економіка*. №1. 2020. URL: <http://economy.nauka.ua> (дата звернення: 14.08.2023).
11. Мазур, К., & Коваль, О. Теоретико-методологічні аспекти маркетингового механізму в діяльності аграрних підприємств. *Підприємництво та інновації*, (26), (2023). 52-57.
12. Мартинова Л.В. Управління ризиками господарської діяльності на підприємствах зернопродуктового підкомплексу. дис. Луганський національний аграрний університет. Мелітополь. 2018. 277с.

УДК: 681.518.2.657.11

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

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ У БЮДЖЕТНИХ УСТАНОВАХ СОЦІАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Облік у бюджетних установах соціального забезпечення, таких як Сумське обласне відділення Фонду соціального захисту осіб з інвалідністю, має свої специфічні особливості, які обумовлені характером діяльності, цільовим використанням бюджетних коштів, а також специфікою ведення бухгалтерського обліку в державному секторі. Фінансування спрямоване на реалізацію конкретних програм і заходів, які мають чітко визначені цілі, напрями і строки використання. Така структура фінансування вимагає ведення обліку за кожною програмою окремо, що забезпечує прозорість використання коштів.

Фінансування з державного бюджету включає асигнування на загальнодержавні програми соціального захисту, що реалізуються на рівні всіх регіонів країни. Це можуть бути програми з підтримки осіб з інвалідністю, виплати соціальної допомоги, субсидій, компенсацій тощо. Місцеві органи влади також виділяють кошти на реалізацію програм соціального захисту, що мають місцеве значення. Це можуть бути додаткові виплати, програми з працевлаштування осіб з інвалідністю, місцеві соціальні проекти. Інші джерела фінансування можуть включати благодійні внески, гранти, кошти від міжнародних організацій та інші надходження, передбачені законодавством. Ці кошти часто спрямовуються на додаткові програми або проекти, що підсилюють основні напрямки діяльності установи.

Це можуть бути додаткові виплати, програми з працевлаштування осіб з інвалідністю, місцеві соціальні проекти. Інші джерела фінансування можуть включати благодійні внески, гранти, кошти від міжнародних організацій та інші надходження, передбачені законодавством. Ці кошти часто спрямовуються на додаткові програми або проекти, що підсилюють основні напрямки діяльності установи.

Ведення обліку за кожною програмою окремо є необхідною умовою для забезпечення прозорості та ефективного управління бюджетними коштами. На початковому етапі складається детальний бюджет кожної програми. Це включає визначення потреб у фінансуванні, розподіл коштів за статтями витрат (оплата праці, придбання матеріалів, витрати на послуги, виплати допомоги тощо), встановлення строків використання коштів. Для кожної програми ведеться окремий облік надходжень. Це дозволяє точно відстежувати, які кошти і в яких обсягах були отримані з державного бюджету, місцевих бюджетів або інших джерел. Надходження реєструються на підставі фінансових документів, таких як розпорядження про виділення коштів, банківські виписки, договори про фінансову допомогу.

Кожна програма має свій окремий облік витрат. Це включає оплату праці і нарахування на заробітну плату, де ведеться окремий облік витрат на оплату праці співробітників, зайнятих у рамках конкретної програми. Витрати на придбання товарів і послуг реєструються окремо для кожної програми, це можуть бути канцелярські товари, медичне обладнання, транспортні витрати тощо. Виплати допомог і субсидій також обліковуються окремо для кожної програми. Регулярно складається звітність за кожною програмою. Це дозволяє оцінювати

ефективність використання коштів, дотримання встановлених строків і відповідність витрат запланованим бюджетам. Звіти включають фінансові показники, аналіз виконання бюджету, висновки щодо досягнення цілей програми.

Контроль за використанням бюджетних коштів здійснюється на всіх етапах реалізації програм. Внутрішній контроль забезпечує відповідність витрат запланованим бюджетам і вимогам законодавства. Зовнішній аудит проводиться незалежними органами для перевірки правильності та законності використання коштів. Ведення обліку за кожною програмою окремо є критично важливим для забезпечення прозорості фінансової діяльності, що дозволяє контролювати використання коштів і запобігати їх нецільовому використанню. Це також підвищує підзвітність перед державними органами та громадськістю, забезпечуючи відповідність вимогам законодавства і підвищуючи довіру до діяльності установи. Детальний облік дозволяє своєчасно виявляти і виправляти відхилення від планів, оптимізувати витрати і підвищувати ефективність використання бюджетних коштів. Окрім того, облік витрат і доходів за програмами дозволяє оцінювати їх вплив на досягнення соціальних цілей і приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо їх подальшого фінансування або коригування.

Сумське ОВФСЗОІ виконує важливу роль у системі соціального захисту, спрямовуючи свою діяльність на покращення якості життя осіб з інвалідністю. Основні напрямки роботи відділення охоплюють широкий спектр послуг, кожна з яких має важливе значення для реалізації прав і можливостей цієї категорії громадян. Реабілітаційні програми включають комплекс заходів, спрямованих на відновлення або покращення фізичного, психічного і соціального стану осіб з інвалідністю. Це може бути фізіотерапія, лікувальна фізкультура, професійна та психологічна реабілітація. Програми спрямовані на те, щоб максимально залучити людину до активного і самостійного життя в суспільстві. Важливим аспектом діяльності відділення є допомога у забезпеченні осіб з інвалідністю спеціальними технічними засобами, такими як інвалідні візки, слухові апарати, ортопедичні вироби. Ці засоби значно полегшують повсякденне життя осіб з інвалідністю, забезпечуючи їх більшу мобільність та незалежність.

Сумське ОВФСЗОІ активно працює над забезпеченням необхідними засобами реабілітації осіб з особливими потребами. Ця діяльність є ключовою в їхній місії підтримки та інтеграції цих осіб в суспільство. Першим кроком є детальна оцінка індивідуальних потреб, що дозволяє точно визначити необхідні засоби, такі як протези, ортопедичні пристосування, засоби для пересування, слухові апарати та інше спеціалізоване обладнання.

Фонд забезпечує закупівлю та доставку цих засобів, керуючись державними стандартами закупівель для забезпечення прозорості та відповідальності. Важлива частина роботи полягає в тісній співпраці з медичними установами, що забезпечує інтегрований підхід до реабілітації, дозволяючи ефективно налаштувати засоби реабілітації для кожної особи.

Відділення Фонду також організовує навчальні семінари та тренінги, забезпечуючи користувачам необхідні навички для ефективного використання реабілітаційних засобів, а також психологічну підтримку для адаптації до змін у житті. Ключовою частиною процесу є моніторинг та оцінка ефективності програм, що дозволяє виявляти можливі проблеми та вдосконалювати майбутні ініціативи. Завдяки цим зусиллям, Сумське ОВФСЗОІ веде активне та повноцінне життя, сприяючи їхній соціальній інтеграції та незалежності.

Процес обліку соціальних виплат починається з прийому заяв від отримувачів соціальних послуг. До заяв додаються необхідні документи, які підтверджують право на отримання допомоги, компенсації або субсидії. Це можуть бути довідки про доходи, документи про склад сім'ї, медичні довідки тощо. Отримані документи перевіряються на відповідність законодавчим вимогам та внутрішнім регламентам установи. Відповідальні працівники аналізують документи, після чого приймається рішення про призначення виплат.

Після затвердження рішення про нарахування виплат відповідна інформація вноситься в облікову систему. На підставі цієї інформації нараховуються суми допомог, компенсацій або субсидій, які підлягають виплаті отримувачам. Виплата коштів здійснюється через банківські або поштові перекази, або видається готівкою через касу установи. Кожен виплатний доку-

мент повинен містити всі необхідні реквізити, включаючи суму виплати, дату, підписи відповідальних осіб та печатку установи. Всі виплати фіксуються у відповідних облікових регістрах. Для кожного виду виплат ведеться окремий облік, що дозволяє забезпечити точний контроль за витратами. Звіти про виплати готуються регулярно і подаються до відповідних державних органів. Це включає фінансові звіти, звіти про виконання бюджетних програм, аналітичні звіти тощо.

Для забезпечення точності і законності виплат в установах соціального захисту діє система внутрішнього контролю і аудиту. Це включає регулярні перевірки правильності оформлення документів, відповідності нарахованих виплат законодавчим вимогам, дотримання встановлених процедур. Внутрішні аудити допомагають виявляти і усувати можливі порушення, запобігати шахрайству і підвищувати ефективність управління фінансовими ресурсами.

Сучасні бухгалтерські програми значно спрощують процес ведення обліку, автоматизуючи багато рутинних операцій. Використання таких програм дозволяє швидко і точно обробляти великі обсяги даних, знижує ймовірність помилок і забезпечує оперативну підготовку звітності.

Таким чином, бухгалтерський облік у бюджетних установах соціального захисту є складним і відповідальним процесом, що вимагає дотримання законодавчих вимог і внутрішніх регламентів. Забезпечення точності, прозорості і підзвітності у веденні обліку соціальних виплат сприяє ефективному використанню бюджетних коштів, підвищує довіру до діяльності установи і забезпечує соціальний захист найбільш вразливих верств населення. Систематичний контроль, аудит та використання сучасних технологій є ключовими елементами успішного ведення бухгалтерського обліку в цих установах.

Мікуліна М.О., к.е.н., доцент, Поливаний А.Д., викладач, Сулім В. студент СНАУ, Суми, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ.

Аграрний сектор економіки України є однією з найважливіших і стратегічно значущих галузей, яка формує продовольчу безпеку держави, забезпечує валютні надходження від експорту та робочі місця для значної частини населення. Саме сільське господарство історично виступає фундаментом економічної стабільності країни, а в сучасних умовах — одним із головних драйверів економічного зростання та інтеграції України у світову економіку.

Аграрний сектор України забезпечує близько **10–12% ВВП країни**, понад **40% валютних надходжень від експорту** та створює робочі місця для майже **чверті зайнятого населення**. Він виконує не лише економічну, а й соціальну функцію — підтримує життєдіяльність сільських територій, сприяє розвитку інфраструктури, формує продовольчу безпеку держави.

Україна володіє унікальним природно-ресурсним потенціалом: понад 70% території країни — це сільськогосподарські угіддя, серед яких близько 32 млн гектарів — орні землі. Українські чорноземи вважаються одними з найродючіших у світі, що забезпечує сприятливі умови для вирощування зернових, технічних і кормових культур.

За останні десятиліття сільське господарство України зазнало суттєвих трансформацій, зумовлених як внутрішніми реформами, так і глобальними економічними процесами. Серед ключових тенденцій можна виділити такі:

1. **Інтенсифікація виробництва.** Виробництво продукції зростає не стільки за рахунок розширення площ, скільки завдяки підвищенню врожайності, модернізації техніки, використанню нових сортів і гібридів культур.
2. **Концентрація виробництва.** В аграрній сфері утвердився **двосекторний тип господарювання**: з одного боку — великі агрохолдинги, що контролюють значні земельні масиви, з іншого — дрібні фермерські господарства та одноосібники. Така структура створює

умови для ефективного експорту, але водночас зберігає соціальну нерівність у селі.

3. **Зростання експортоорієнтованості.** Україна стабільно входить до **п'ятірки найбільших експортерів зерна у світі** (пшениці, кукурудзи, ячменю), а також є значним постачальником соняшникової олії, меду, м'яса птиці. Проте висока залежність від зовнішніх ринків робить сектор уразливим до коливань світових цін і політичних ризиків.
4. **Інвестиційна активність і технологічна модернізація.** В останні роки спостерігається активне впровадження **систем точного землеробства, цифрових технологій моніторингу, GPS-навігації, автоматизованого управління технікою**, що сприяє підвищенню ефективності використання ресурсів і зменшенню виробничих витрат.

Майбутнє аграрної галузі залежить від поєднання інноваційних технологій, ефективного управління ресурсами та державної підтримки. Основні напрями подальшого розвитку включають: **підвищення ефективності виробництва** через автоматизацію процесів, використання дронів, супутникового моніторингу, роботизованих систем. **Розвиток ринку переробки сільськогосподарської продукції**, що дозволить створювати більшу додану вартість в Україні, а не за кордоном. **Поглиблення інтеграції з ЄС**, гармонізація стандартів якості, безпечності та сертифікації продукції. **Розвиток сільських територій**: створення нових робочих місць, інвестиції в освіту, дороги, енергетику, соціальні послуги.

В умовах глобальної нестабільності та воєнних викликів аграрний сектор залишається одним із небагатьох, що демонструє стійкість і здатність до адаптації. Саме розвиток сільського господарства може стати основою економічного відродження України, забезпечити продовольчу безпеку держави та сприяти сталому розвитку сільських територій.

Україна має всі необхідні передумови — природні, людські й технологічні — для того, щоб стати одним із світових лідерів аграрного виробництва. Реалізація цього потенціалу потребує узгоджених дій держави, бізнесу та науки, спрямованих на підвищення ефективності, конкурентоспроможності та екологічної збалансованості аграрного сектору.

УДК 368.5

Борисова В.А., д.е.н, професор, Ждек В.М., аспірант, СНАУ, Суми, Україна

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ЗАПОБІГАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РИЗИКІВ

Штучний інтелект відіграє революційну роль у запобіганні сільськогосподарських ризиків, переводячи агробізнес від реактивного реагування на проблеми до активного управління ними. Завдяки аналізу великих масивів даних та машинному навчанню, штучний інтелект дозволяє фермерам передбачати загрози, оптимізувати ресурси та підвищувати стійкість виробництва.

Погодні умови є найбільшим і найменш контрольованим ризиком в агросекторі, штучний інтелект допомагає мінімізувати його вплив.

Моделі штучного інтелекту аналізують історичні дані, показники з локальних метеостанцій та супутникові знімки для створення високоточних мікропрогнозів (на рівні окремого поля). Це дозволяє точно планувати час посіву, обробки та збирання врожаю, уникаючи періодів екстремальних температур або опадів.

Управління посухою та вологою передбачає застосування інтелектуальних систем іригації (наприклад, CropX, Arable) використовують штучний інтелект, щоб:

- - аналізувати вологість ґрунту, фазу росту рослин і прогноз погоди в реальному часі;
- - автоматично регулювати подачу води, запобігаючи як стресу від посухи, так і перезволоженню, що може спричинити грибкові захворювання.

Штучний інтелект перетворює моніторинг посівів, дозволяючи виявляти проблеми на ранній стадії, коли вони ще невидимі для людського ока [2]:

- - комп'ютерний зір. Дрони, супутники та наземні роботи, оснащені камерами та штучний інтелект постійно скануює поля, збираючи візуальні дані [3];

- - діагностика. Алгоритми машинного навчання, навчені на величезних базах даних зображень хворих і здорових рослин, можуть виявити найменші ознаки грибкових інфекцій, дефіциту поживних речовин або шкідників з високою точністю (до 95%).
- - превентивне втручання. Замість обробки всього поля, фермер отримує точну карту уражених ділянок. Це забезпечує цільове застосування пестицидів і фунгіцидів, значно знижуючи витрати та мінімізуючи хімічне забруднення ґрунту та продукції.

Штучний інтелект лежить в основі точного землеробства, запобігаючи фінансовим ризикам, пов'язаним з перевитратою дорогих ресурсів.

Диференційоване внесення добрив. Системи штучного інтелекту аналізують дані про склад ґрунту, рельєф, історичну врожайність та супутникові індекси (наприклад, NDVI), щоб визначити оптимальну кількість добрив (азоту, фосфору тощо) для кожної окремої ділянки поля. Це запобігає недоотриманню врожаю на бідних ґрунтах та марнотратству на багатих, що безпосередньо знижує ризик фінансових втрат.

Автоматизований контроль бур'янів. Роботизовані системи, як John Deere's "See & Spray", використовують комп'ютерний зір, щоб відрізнити бур'яни від культурних рослин і обприскувати лише бур'яни. Це зменшує використання гербіцидів до 90%, що є потужним запобіганням екологічних та економічних ризиків [1].

Штучний інтелект допомагає прогнозувати не тільки агрономічні, але й ринкові ризики [4].

Точні моделі штучного інтелекту прогнозують загальний обсяг врожаю на полі ще до збирання. Це дозволяє фермеру:

- - оптимізувати логістику. Заздалегідь планувати потребу у складських потужностях, транспорті та робочій силі;
- - управляти ринковим ризиком. Приймати обґрунтовані рішення щодо форвардного продажу продукції та укладання страхових контрактів;
- - моніторинг худоби. У тваринництві штучний інтелект аналізує поведінку, температуру та рух тварин за допомогою сенсорів, запобігаючи поширенню хвороб та знижуючи ризик втрати поголів'я.

Штучний інтелект не просто підвищує ефективність, він створює систему цифрового імунітету для агробізнесу, роблячи його більш стійким та передбачуваним в умовах мінливого клімату та ринкової кон'юнктури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ігнатенко, О. В., & Шевченко, А. В. (2022). Штучний інтелект як інструмент управління ризиками в аграрному секторі. Економіка АПК, (3), 36–45.
2. Мельник, Л. М., & Захарченко, В. А. (2021). Роль технологій штучного інтелекту у системі раннього попередження про загрози в рослинництві. Агроінком, (2), 67–75.
3. Dahake, P. J., & Kulkarni, P. M. (2024). Artificial Intelligence and Machine Learning for Smart Agriculture. CRC Press. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-97-0341-8>
4. Talaviya, T., Shah, D., Patel, N., & Gajjar, Y. (2020). Implementation of artificial intelligence in agriculture for next-generation farming. Artificial Intelligence in Agriculture, 4, 245–255. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S258972172030012X>

STRATEGIES FOR MANAGING INNOVATION AND INVESTMENT DEVELOPMENT OF ENTERPRISES IN THE CURRENT ENVIRONMENT, TAKING INTO ACCOUNT SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

In the current conditions of globalization, digitalization, and rapid technological change, the innovation and investment development of enterprises is becoming a key factor in ensuring their competitiveness, economic stability, and social responsibility. The growing dynamics of market conditions, fluctuations in global resource prices, climate change, and increasing socio-economic inequality require enterprises to adopt flexible and, at the same time, strategically thought-out approaches to innovation and investment management. In this context, the formation of effective strategies for managing innovation and investment development is not only an economic necessity but also a tool for integrating enterprises into the sustainable development system.

Strategies for managing innovation and investment development should be based on a synergistic combination of financial resources, modern technologies, and human capital. An important aspect is the implementation of digital solutions such as big data, artificial intelligence, cloud computing, and collaborative work platforms, which allow for predicting the effectiveness of investment projects, optimizing costs, and reducing risks. The integration of such technologies ensures transparency of processes, increases the speed of decision-making, and forms the basis for creating adaptive business models capable of responding to market changes and the requirements of the Sustainable Development Goals (SDGs).

Particular attention should be paid to green investments and the implementation of closed-loop economy technologies. Development strategies for enterprises in this area involve modernizing production processes to improve energy efficiency, reduce harmful emissions, and optimize the use of natural resources. Investments in renewable energy, waste-free production, and resource processing and recycling systems not only provide economic benefits but also contribute to achieving the environmental goals of the SDGs, such as combating climate change, ensuring clean energy, and promoting responsible consumption.

The social dimension of innovation and investment development is also of strategic importance. Companies that integrate social initiatives into their investment plans contribute to the creation of an inclusive and equitable environment, the development of human capital, and the improvement of the quality of life of employees. Corporate social responsibility and ESG standards allow economic goals to be harmoniously combined with social and environmental priorities, creating a long-term positive effect for both society and business.

Managing innovation and investment processes also requires active partnership between businesses, the government, scientific institutions, and the public sector. The implementation of strategies that take into account international practices for financing innovation, state support programs, and mechanisms for attracting foreign investment allows for not only local but also global integration of enterprises into the world economy. This approach creates competitive advantages, increases investment attractiveness, and strengthens the company's position in international markets.

Thus, strategic management of the innovation and investment development of enterprises in modern conditions is a complex process that combines technological innovations, financial resources, digital solutions, social initiatives, and partnerships. Such strategies ensure not only economic efficiency and competitiveness, but also the integration of enterprises into the Sustainable Development Goals system, forming a new paradigm of balanced development, where the economy, society, and ecology work in harmony to achieve long-term results.

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИФРОВІЗАЦІЇ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ МЕТОДОМ DEA

Постановка проблеми. Інструментом вимірювання рівня цифрової трансформації в Україні є індекс цифрової трансформації (ІЦТ) регіонів. ІЦТ – це інтегральний показник, ключовими етапами розрахунку якого є: 1) вибір показників, які будуть враховані в індексі; 2) збір статистичних даних для кожного показника; 3) приведення всіх показників до єдиної шкали; 4) надання різної ваги кожному показнику; 5) розрахунок кінцевого значення індексу шляхом зваженого усереднення всіх показників. Серед недоліків оцінки рівня цифровізації за допомогою ІЦТ, – суб’єктивний характер оцінки через визначення вагових коефіцієнтів експертним шляхом. Крім того, щорічне використання набору різних показників для оцінки ІЦТ робить неможливим аналіз динаміки цифровізації.

Застосування методу DEA для оцінки ефективності цифровізації дозволяє: 1) усунути суб’єктивний характер оцінки; 2) здійснювати оцінку дистанційно, на основі відкритої інформації; 3) оцінювати ефективність суб’єктів діяльності з багатьма входами та виходами; 4) аналізувати причини неефективності. Крім того, за допомогою Мальмквіст-індексу можливо здійснювати аналіз динаміки ефективності, визначеної методом DEA. Питання застосування методу DEA для аналізу ефективності рівня цифровізації в Україні не розглядалися, – тому дослідження є актуальним.

Викладення основного матеріалу. Важливим етапом аналізу ефективності методом DEA є обрання вхідних та вихідних параметрів. Розглянемо діяльність суб’єктів оцінювання, а саме – регіонів України (DMU_k ($k = \overline{1; K}$)), які використовують ресурси (вхідні параметри) $X_k = (x_{k1}, x_{k2}, \dots, x_{km})$ для отримання результатів (вихідні параметри), заданих ненульовим вектором вихідних змінних $Y_k = (y_{k1}, y_{k2}, \dots, y_{kn})$. Сформовані вектори вхідних та вихідних параметрів повинні задовольняти умові невиродженості [1]:

$$K \geq \max\{m \times n; 3(n + m)\} \quad (1)$$

Показники, які відбивають процес цифровізації регіонів України наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Вхідні та вихідні параметри DEA-моделі цифровізації регіонів України

Параметри	Індикатор	Визначення	Потенційне джерело даних
Вхідні	Інвестиції у цифрову інфраструктуру	Капітальні та операційні витрати на мережі, дата-центри, кібербезпеку	Мінцифра, Держстат
	Державні витрати на е-послуги	Фінансування розробки й підтримки е-урядування (портали, реєстри)	Мінцифра, Казначейство
	Кількість ІТ-фахівців	Зайнятість у ІТ-сфері (розробники, адміністратори, аналітики)	Держстат
Вихідні	Рівень цифрових навичок населення	Частка населення з базовими / вище базових цифрових навичок	Портал “Дія. Цифрова освіта”
	Користування е-послугами	Частка населення, що користується держпослугами онлайн	Мінцифра
	Експорт ІТ-послуг	Обсяг експорту комп’ютерних/ІТ-послуг	НБУ, Держстат
	Продуктивність ІТ-сектору	Додана вартість на зайнятого в ІТ	Держстат, НБУ
	Рівень цифровізації бізнесу	Частка підприємств з e-commerce, EDI, ERP/CRM	Держстат

Наведені в таблиці 1 показники відповідають умові (1) та можуть бути використані, як вхідні та вихідні параметри DEA-моделі цифровізації регіонів України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Cooper W. W., Seiford L. M., Tone K. Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2006. 354 p.

УДК 316.4:338.24

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

ІННОВАЦІЙНІСТЬ ТА ЗНАЧЕННЯ СОЦІАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

У сучасних умовах соціальні проєкти стають одним із ключових інструментів реалізації Цілей сталого розвитку. Їхня роль зростає через глобальні виклики – від змін клімату та екологічних загроз до соціальної нерівності та економічної нестабільності. Такі ініціативи поєднують інноваційні підходи, сучасні технології й суспільну активність, формуючи стійкі системи підтримки громад, розвиток освіти, охорони здоров'я, енергетики та екології. Це сприяє створенню більш гармонійного й збалансованого суспільного середовища.

Реалізація стратегії сталого розвитку вимагає не лише політичних рішень чи фінансових ресурсів, а й нових механізмів взаємодії, які здатні об'єднувати державу, бізнес, науку та громадськість. Саме соціальні проєкти виступають такою платформою, адже вони інтегрують інноваційні інструменти, цифрові рішення та партнерські форми співпраці. Важливо підкреслити, що сутність соціального проєкту полягає у поєднанні стратегічного планування, інноваційних рішень та координації дій різних стейкхолдерів задля досягнення конкретних соціальних результатів.

Такий підхід забезпечує не тільки ефективне використання ресурсів, а й формує основу для сталого розвитку громад, гармонійно поєднуючи соціальні, економічні й екологічні складові. У результаті соціальні проєкти виступають комплексним інструментом розв'язання проблем суспільства, здатним створювати довготривалий позитивний ефект для економіки, довкілля та соціальної сфери.

Інноваційність соціальних ініціатив полягає не лише у використанні цифрових технологій, а й у створенні нових моделей партнерства. Вони сприяють розвитку соціального підприємництва, підвищенню прозорості управління та активнішій участі громадян у прийнятті рішень. Це формує соціальний капітал, що здатний забезпечити довготривалий ефект для суспільного розвитку.

Соціальні проєкти безпосередньо інтегруються у реалізацію Цілей сталого розвитку: подолання бідності, забезпечення продовольчої безпеки, розвиток охорони здоров'я, доступ до якісної освіти, гендерну рівність, підтримку підприємництва та економічне зростання. Вони стимулюють розвиток інноваційної інфраструктури, сприяють відповідальному споживанню, підвищують стійкість міст та сільських територій, водночас поєднуючи економічні та екологічні пріоритети.

Потрібно наголосити, що у сфері аграрного розвитку, наприклад, успішними є проєкти з підтримки сталого землекористування, запровадження «зеленої» енергетики на сільських територіях та створення цифрових платформ для фермерів, що забезпечують доступ до ринків та оптимізують виробничі процеси. Освітня сфера демонструє ефективність соціальних проєктів через впровадження програм цифрової грамотності, розвитку інноваційного навчання та підготовки молоді до роботи у високотехнологічному середовищі, що безпосередньо впливає на зменшення соціальної нерівності та підвищення конкурентоспроможності людського капіталу.

На рівні громад соціальні проєкти стимулюють розвиток інклюзивних просторів, впровадження smart-рішень для управління міськими ресурсами, цифрового урядування та платформ електронної демократії, що сприяє прозорості та підзвітності влади, зміцнює соціальну довіру та активну громадянську участь. Екологічні ініціативи охоплюють розвиток відновлюваних джерел енергії, енергоефективних технологій, заходи щодо збереження біорізнома-

ніття та адаптації до змін клімату, тим самим інтегруючи екологічну складову у стратегії сталого розвитку.

Крім того, соціальні проекти стимулюють економічну активність через підтримку малого та середнього бізнесу, розвиток підприємницьких ініціатив та інноваційних стартапів, забезпечуючи робочі місця та підвищуючи локальну економічну стійкість. Особливої актуальності соціальні проекти набувають у контексті сучасних трансформаційних процесів в Україні. В перспективах вони здатні виконувати функцію ефективного інструменту мобілізації внутрішніх і зовнішніх ресурсів, інтеграції країни у європейський та глобальний простір, підтримки соціально вразливих категорій населення, а також відновлення критичної інфраструктури на засадах енергоефективності та екологічної безпеки. У цьому контексті соціальні проекти варто розглядати як системоутворюючий фактор у реалізації державної політики сталого розвитку, який поєднує інноваційні рішення, управлінські практики та суспільні ініціативи. Саме тому соціальні проекти постають не лише як інструмент вирішення актуальних соціально-економічних проблем, а й як інноваційний фактор формування нової парадигми розвитку, що відповідає стратегічним орієнтирам сталості. Їх потенціал полягає у здатності об'єднувати різні рівні управління, створювати нові механізми партнерства та сприяти досягненню Цілей сталого розвитку у довгостроковій перспективі.

Зазначимо, що практичне значення соціальних проектів у досягненні Цілей сталого розвитку проявляється через впровадження інновацій у різних секторах економіки та суспільного життя. В аграрному секторі такі ініціативи включають підтримку сталого землекористування, розвиток відновлюваної енергетики на сільських територіях, впровадження цифрових платформ для фермерів, що підвищують доступ до ринків та оптимізують логістику. В Україні це реалізується, зокрема, через проекти аграрних кооперативів та програми «Діджитал фермер», які дозволяють малим господарствам ефективніше планувати виробництво та взаємодіяти з ринками. Такі ініціативи сприяють економічній стабільності, створенню робочих місць і розвитку регіональної інфраструктури.

В освітньому середовищі соціальні проекти спрямовані на підвищення цифрової та економічної грамотності молоді, формування компетентностей, необхідних для роботи в сучасному високотехнологічному середовищі. Наприклад, в рамках програм Міністерства освіти і науки України та ініціатив університетів активно реалізуються курси з цифрової грамотності, онлайн-платформи для розвитку підприємницьких навичок та проекти «STEM у школі», що готують молодь до роботи з інноваційними технологіями. Це дозволяє поєднувати теоретичну підготовку з практичними навичками, необхідними для реалізації Цілей сталого розвитку на локальному та національному рівнях.

На рівні громад соціальні проекти відіграють ключову роль у забезпеченні прозорості та інклюзивності управління. Українські приклади включають електронну платформу «Громадський бюджет», де мешканці можуть подавати та голосувати за проекти розвитку своїх територій, та систему «Дія», яка спрощує доступ громадян до державних послуг та сприяє прозорості адміністративних процесів. Крім того, впровадження «розумних міст», енергоефективних ініціатив та екологічних програм дозволяє забезпечити стійкий розвиток міської інфраструктури та підвищити екологічну відповідальність громад.

Таким чином, соціальні проекти в Україні виступають стратегічним інструментом формування стійкого суспільства, де інновації, технології та соціальні ініціативи взаємодіють для досягнення сталого розвитку. Вони забезпечують синергію між державою, бізнесом, наукою та громадами, стимулюють економічну активність, розвиток людського капіталу та підвищення якості життя. Через впровадження нових моделей управління, цифрових рішень та соціальних практик такі проекти створюють умови для прозорості, ефективності та довготривалої користі на локальному, національному та глобальному рівнях. У перспективі вони формують механізми адаптації до сучасних викликів, інтегрують соціальні, економічні та екологічні цілі й закладають фундамент для конкурентоспроможного, інклюзивного та гармонійного розвитку суспільства.

MANAGEMENT OF INNOVATION PROCESSES BASED ON INFORMATION PROFESSIONAL TECHNOLOGIES

In today's environment of global competition and digital transformation of the economy, effective management of innovation processes is becoming one of the key factors in ensuring the competitiveness of enterprises. Modern information technologies play a decisive role in this, allowing for the automation of management functions, improving the quality of decision-making, and creating a favorable environment for the rapid generation and implementation of innovative ideas. Information management systems provide continuous monitoring of market trends and analysis of internal and external risks, enabling enterprises to respond flexibly to changes and effectively adapt their business models.

Modern information technologies are radically changing approaches to managing innovation processes, creating new conditions for increasing efficiency and reducing risks. The use of tools such as artificial intelligence, machine learning, big data analytics, and cloud computing allows not only to collect and process huge amounts of information, but also to make accurate predictions about the results of innovative projects. This enables business leaders to assess the prospects of new ideas in a timely manner, identify potential risks, and develop more flexible development strategies.

The use of artificial intelligence in innovation management automates complex analytical processes, such as modeling market development scenarios or evaluating investment effectiveness. Big data technologies enable deeper analysis of market trends, consumer behavior, and internal performance indicators, creating the conditions for more accurate management decisions. Cloud computing, in turn, provides real-time access to resources and data, significantly increasing the speed and mobility of management processes.

The development of digital platforms for collective work deserves special attention, as they create a new format for communication between employees, partners, and external stakeholders. Such platforms allow for effective knowledge management, support for joint research projects, and accelerated development of innovative products through the continuous exchange of information. In addition, digital solutions help reduce transaction costs by optimizing coordination processes, reducing the time needed to agree on decisions, and reducing organizational barriers.

As a result, modern information technologies are no longer just support tools but have become a strategic basis for innovation management. They shape a new logic of innovation, where speed of response, adaptability to change, and the ability to use data comprehensively to achieve long-term competitiveness are key.

The integration of information technologies into the strategic management system of an enterprise is of particular importance. This makes it possible to combine the processes of planning, control, and coordination of innovation activities in a single digital space. The use of integrated software complexes ensures the transparency of innovation processes, allows for timely adjustments to strategies, and reduces the risks of unsuccessful investments. In addition, digital tools promote greater openness in innovation activities, creating conditions for the development of partnerships between business, science, and government institutions.

Equally significant is the impact of cybersecurity and data protection technologies on the reliability of innovation management. As enterprises become increasingly dependent on digital tools, ensuring the safety of intellectual property, confidential information, and critical infrastructure becomes a strategic priority. The integration of blockchain technologies, secure cloud storage, and advanced encryption systems helps to guarantee trust in digital transactions, protect innovation projects from external threats, and preserve the value of knowledge assets.

Furthermore, the application of information technologies enhances the personalization of innovation strategies. By analyzing consumer preferences and market signals in real time, enterprises can design products and services that more accurately meet the needs of target audiences. This not only increases customer satisfaction but also strengthens brand loyalty and ensures sustainable de-

mand in highly competitive markets. The ability to tailor innovations to specific user groups transforms the enterprise's role from a traditional producer into a customer-oriented innovator.

In summary, the synergy between modern information technologies and innovation management opens new horizons for sustainable growth. It fosters integration across industries, enhances competitiveness on a global scale, and lays the foundation for an economy where knowledge, adaptability, and technological leadership become decisive factors of success. Enterprises that effectively leverage these tools will not only secure stable positions in current markets but also gain the capacity to shape future directions of economic and social development.

УДК 330.341.1

Сокирко М.А., бакалаврант, Могильна Л.М., к.е.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

ІННОВАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Інноваційна діяльність сільськогосподарських підприємств в сучасних умовах набуває стратегічного значення, адже виступає не просто засобом підвищення продуктивності, а й визначальним чинником зміцнення конкурентних позицій на внутрішньому та зовнішньому ринках. Сьогодні аграрний сектор перебуває під впливом численних глобальних викликів, серед яких ключовими є кліматичні зміни, процеси деградації ґрунтів, дефіцит прісної води, стрімке зростання попиту на продовольство у світі та посилення конкуренції з боку провідних міжнародних виробників. Ці фактори змушують підприємства переглядати традиційні підходи до ведення господарства та орієнтуватися на пошук нових, більш ефективних та екологічно безпечних рішень. Слід наголосити, що інноваційна діяльність у сільському господарстві є не просто інструментом економічного зростання, а й важливим чинником формування продовольчої безпеки, екологічної збалансованості та соціальної стабільності. Її активне впровадження сприяє розвитку моделі сталого аграрного виробництва, яка поєднує економічну ефективність, раціональне використання природних ресурсів та турботу про довкілля, забезпечуючи гармонійне поєднання інтересів суспільства, бізнесу та держави.

Основними напрямками інноваційної діяльності сучасних аграрних підприємств виступають впровадження високопродуктивних сортів рослин та порід тварин, використання новітніх біотехнологій, модернізація техніки та обладнання, автоматизація виробничих процесів та широке застосування інформаційно-комунікаційних технологій. У практиці господарювання все більшого поширення набуває точне землеробство, яке передбачає використання систем моніторингу стану ґрунтів і посівів, безпілотних літальних апаратів, супутникових технологій і спеціалізованих датчиків. Завдяки цьому аграрні підприємства отримують можливість оптимізувати витрати ресурсів, підвищувати врожайність та водночас зменшувати негативний екологічний вплив, що є особливо актуальним у контексті сталого розвитку.

Важливою передумовою інноваційної трансформації агросектору стає цифровізація, яка ґрунтується на застосуванні штучного інтелекту, аналізу великих даних та автоматизованих систем управління. Такі технології дають змогу створювати комплексні системи планування виробництва, визначати оптимальні сівозміни, здійснювати прогнозування врожайності та своєчасно реагувати на ризики, пов'язані з кліматичними змінами чи ринковими коливаннями. Завдяки цьому аграрні підприємства отримують можливість підвищувати ефективність управління та мінімізувати залежність від зовнішніх факторів. Розвиток «розумного сільського господарства» поєднує інноваційні технології з ефективним використанням ресурсів, підвищуючи конкурентоспроможність аграрних підприємств. Це формує нову модель агробізнесу, орієнтовану на якість, екологічну безпеку та інтеграцію у світовий ринок, забезпечуючи сталий розвиток і продовольчу безпеку. Не менш значущим напрямом є впровадження екологічно орієнтованих інновацій. Перехід до органічного виробництва, застосування біологічних засобів захисту рослин, системи утилізації та переробки відходів формують передумови для розвитку економіки замкненого циклу. Це дозволяє сільськогосподарським підприємствам не лише отримувати економічні вигоди, а й підвищувати соціальну та екологічну

цінність своєї діяльності.

Таким чином, інноваційна діяльність у сільському господарстві є багатовимірним процесом, що поєднує технологічні, організаційні та соціальні аспекти. Вона сприяє зміцненню економічного потенціалу підприємств, формує нові бізнес-моделі, орієнтовані на сталий розвиток, та забезпечує інтеграцію аграрного сектору України у світовий інноваційний простір. Саме завдяки активному впровадженню інновацій сільськогосподарські підприємства здатні успішно адаптуватися до глобальних викликів та забезпечити довгострокову продовольчу безпеку.

УДК 631.1:005.21:339.5(477)

Хромушина Л.А., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна

СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ МІЖНАРОДНОГО АГРАРНОГО БІЗНЕСУ: ВИКЛИКИ ТА СУЧАСНІ ПРАКТИКИ В УКРАЇНІ

Міжнародний аграрний бізнес відіграє визначальну роль у забезпеченні продовольчої безпеки та сталого розвитку світової економіки. Глобалізація, кліматичні зміни, цифровізація та зростання конкуренції зумовлюють потребу в ефективних стратегіях розвитку, що забезпечують адаптивність і конкурентоспроможність аграрних підприємств.

В умовах зростання ролі продовольчої безпеки, кліматичних ризиків та геополітичної нестабільності саме стратегічно орієнтований підхід до розвитку аграрного бізнесу визначає потенціал країни на глобальних ринках. Одним із важливих напрямів розвитку є географічна експансія та диверсифікація ринків збуту. Розширення присутності українських агропідприємств на нових ринках (в Азії, Африці та Латинській Америці) дає можливість зменшити залежність від традиційних торговельних партнерів та знизити експортні ризики. Диверсифікація експорту сприяє стабільності валютних надходжень і забезпечує довгострокову присутність на світових ринках. У сучасних умовах війни українські агрокомпанії змушені переорієнтовувати логістичні маршрути, використовуючи порти Балтії та річкові термінали на Дунаї, що демонструє гнучкість у стратегіях міжнародного розвитку [1].

Важливим стратегічним напрямом також є диверсифікація продукції та створення доданої вартості, що дозволяє українським виробникам перейти від експорту сировини до реалізації продукції глибокої переробки. Розвиток переробних підприємств сприяє формуванню вертикально інтегрованих ланцюгів виробництва та підвищує прибутковість. Українські аграрні компанії дедалі активніше просувають на зовнішніх ринках не лише соняшникову олію, а й фасовану продукцію під власними брендами, сертифіковану за міжнародними стандартами НАССР, ISO та Global G.A.P. Такий підхід формує позитивний імідж України як виробника якісних аграрних товарів і сприяє закріпленню позицій на міжнародному ринку [2].

Наступним стратегічним чинником є інноваційний розвиток та цифровізація агробізнесу. Впровадження сучасних технологій у сфері точного землеробства, автоматизації виробничих процесів, моніторингу стану ґрунтів і прогнозування врожайності дає можливість суттєво підвищити ефективність агровиробництва. Українські компанії, такі як «МХП» та «Кернел», активно застосовують штучний інтелект для оптимізації виробничих рішень, зменшення втрат і контролю за якістю продукції. Цифрові технології також забезпечують прозорість ланцюгів постачання, підвищують інвестиційну привабливість та спрощують інтеграцію у міжнародні ринки [3].

Суттєве значення для міжнародного розвитку має впровадження принципів сталого виробництва. Зростаюча увага споживачів і регуляторів до екологічних стандартів вимагає від агробізнесу інтеграції практик, спрямованих на зниження негативного впливу на довкілля. Для України перспективними напрямками є розвиток органічного землеробства, сертифікація виробництва за міжнародними екостандартами, зменшення використання хімічних засобів захисту рослин, оптимізація зрошення та впровадження систем точного землеробства. В умовах європейського «зеленого курсу» та ініціативи Carbon Farming українські аграрії ма-

ють адаптуватися до нових вимог, що відкриває доступ до преміальних сегментів ринку [4].

Окрему роль у підвищенні ефективності міжнародного агробізнесу відіграє оптимізація логістики та ланцюгів постачання. Ефективне управління транспортною інфраструктурою, розвиток мультимодальних перевезень і використання технологій блокчейну для контролю за поставками дозволяють зменшити витрати та забезпечити прозорість експортних операцій. Українські експортери активно інвестують у розвиток портової інфраструктури, будівництво елеваторів і терміналів, що підвищує стійкість до зовнішніх шоків та гарантує безперервність постачань навіть в умовах воєнних обмежень [5].

Важливим напрямом розвитку є також стратегічна міжнародна експансія, яка передбачає прямі іноземні інвестиції, створення спільних підприємств та стратегічні альянси. Такі форми співпраці дозволяють українським компаніям отримувати доступ до нових технологій, капіталу та ринків збуту. Партнерства з глобальними корпораціями, зокрема у сфері насінництва, біотехнологій і агротехніки, сприяють підвищенню ефективності виробництва та розширенню експортних можливостей.

Таким чином, стратегії розвитку міжнародного аграрного бізнесу України мають базуватися на поєднанні інноваційного потенціалу, екологічної відповідальності, гнучкої географічної експансії та логістичної ефективності. Вони повинні враховувати як внутрішні особливості національної аграрної системи, так і глобальні тенденції сталого розвитку. Реалізація таких стратегій сприятиме підвищенню конкурентоспроможності українського аграрного сектору, його інтеграції у світову економіку та забезпеченню продовольчої безпеки в умовах динамічних змін глобального ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

5. OECD. OECD-FAO Agricultural Outlook 2024-2033, Paris and Rome. 2024. URL: <https://doi.org/10.1787/4c5d2cfb-en>
6. World Bank. Food Systems Are Being Transformed. Annual report. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099739001172532076/pdf/IDU19bbf858a1c49814bd218fb7137f62df3fcab.pdf>
7. FAO. The State of Food and Agriculture 2024: Digitalization in Agribusiness. Rome. 2024. URL: <https://www.fao.org/publications/fao-flagship-publications/the-state-of-food-and-agriculture/en>
8. European Commission. EU Green Deal and Carbon Farming Initiative. Brussels. 2023. URL: https://commission.europa.eu/system/files/2023-10/COM_2023_640_1_EN.pdf
9. EBRD. Food and Agribusiness Strategy 2025. London. 2025. URL: <https://www.ebrd.com/home/news-and-events/news/2025/EBRD-approves-new-food-and-agribusiness-strategy.html#>

УДК 658:005.412

Бровкіна О.Ф., магістрантка, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ

Виробництво біогазу з органічних відходів стає дедалі актуальнішим у контексті енергетичної безпеки та екологічної стійкості. У умовах глобального потепління та зростання потреби в чистій енергії питання утилізації відходів набуває нових аспектів. Біогазове виробництво є ефективним способом не лише зменшити обсяги сміття, але й створити екологічно чисте відновлювальне джерело енергії.

Експерти вважають, що біогаз може частково замінити традиційні викопні пального, зменшуючи викиди парникових газів. В Україні, а також в інших країнах, це є важливим аспектом для досягнення цілей сталого розвитку.

Метою дослідження є дослідження спрямоване на аналіз теоретичних аспектів виробництва біогазу, включаючи його склад, процеси анаеробного бродіння та технології, які забезпечують ефективне використання сировини.

Виробництво біогазу концептуально ґрунтується на анаеробному розкладі органічних матеріалів консорціумами мікроорганізмів, що формує енергетично цінну газову суміш із домінуванням метану та вуглекислого газу; склад і теплота згоряння потоку визначаються передусім природою сировини, режимом ферментації та прийнятими рішеннями з очищення й збагачення газу, що підтверджено у викладених теоретичних положеннях розділу.

Послідовність стадій гідролізу, ацидогенезу, ацетогенезу і метаногенезу задає технологічні вимоги до підтримання температури, рН, вологості й співвідношення C/N, а також до часу утримання і масообміну; наведені рівняння перетворень демонструють, як із полімерних субстратів формується метан через проміжні сполуки, що обґрунтовує чутливість процесу до інгібіторів і потребу в операційному контролі.

Вибір технологічної конфігурації – від CSTR для «вологих» потоків до plug-flow і UASB/біоплівкових рішень для твердих або розчинених органічних субстратів – має бути прив'язаний до реології сировини, цільового навантаження і стабільності, тоді як режими подачі (batch, напівперіодичний, безперервний) та блоки очищення (осушення, десульфуризація, видалення силосанів і CO₂) визначають придатність газу до біометану.

Теоретичний аналіз підтверджує, що оптимізація складу субстрату (частка легкозасвоюваних вуглеводів, білків і жирів), керування буферними властивостями та впровадження інтенсивних режимів за потреби (термофільність, підготовка сировини) дозволяють підвищити швидкість і повноту метаноутворення без втрати стабільності, що є критично важливим для проєктування промислових установок.

У сукупності дослідження формує цілісну методичну основу для подальшого застосування: від обґрунтування вибору апаратурного оформлення і режимів до оцінки якості газу та сценаріїв кінцевого використання, а також підкреслює екологічну і економічну значущість біогазових технологій як інструменту утилізації органічних відходів та заміщення викопних палив у локальних енергосистемах.

Отже, біогаз є потужним відновлювальним ресурсом, що може значно зменшити викиди парникових газів і сприяє утилізації органічних відходів. Екологічна та економічна значущість біогазових технологій підкреслює їх роль у формуванні сталих енергетичних систем, що є важливим для енергетичної незалежності України. Розроблені теоретичні основи можуть сприяти вдосконаленню технологічного процесу та запровадженню ефективних рішень у сфері виробництва біогазу в Україні.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА МИЛА НА ПРАТ «ШОСТКІНСЬКИЙ ЗАВОД ХІМІЧНИХ РЕАКТИВІВ»

Проблема підвищення енергоефективності у промисловому секторі залишається однією з ключових для сучасної економіки. Особливо це актуально для хімічної промисловості, яка характеризується значними обсягами енергоспоживання. У виробництві мила близько 80 % загального споживання електроенергії припадає на роботу електроприводів насосів, змішувачів і шнек-пресів. Більшість цього обладнання працює в нерегульованих режимах, часто з частковим навантаженням, що спричиняє нераціональне використання енергії, зростання собівартості продукції та прискорений знос електродвигунів [1].

Дослідження, проведене на базі ПрАТ «Шосткинський завод хімічних реактивів», довело, що суттєві резерви енергозбереження можуть бути реалізовані завдяки впровадженню частотно-регульованих електроприводів (ЧРП). Такі системи забезпечують точне регулювання швидкості обертання електродвигунів відповідно до поточних технологічних вимог, що дає змогу підтримувати оптимальні режими роботи при мінімальних енерговитратах. Важливо, що для цього не потрібно повної заміни обладнання - достатньо модернізувати систему керування приводами.

Застосування асинхронних двигунів підвищеного енергетичного класу (IE3, IE4) дозволяє зменшити втрати електроенергії у самих двигунах на 8–15 %, а використання ЧРП додає ще 10–20 % економії завдяки адаптації швидкості обертання до фактичного навантаження. У комплексі це забезпечує скорочення споживання електроенергії на 25–30 % у порівнянні з традиційними нерегульованими приводами.

Розрахунки, виконані для виробничої лінії потужністю 50 тонн мильної основи на добу, показують, що використання частотно-регульованих приводів дозволяє зменшити добове енергоспоживання більш ніж на 500 кВт·год, що еквівалентно щорічній економії близько 40 000 кВт·год. Це не лише знижує виробничі витрати, але й сприяє скороченню викидів парникових газів, підтримуючи екологічні стандарти та політику енергозбереження.

Крім того, модернізація приводних систем позитивно впливає на довговічність механічних вузлів — плавний пуск і зупинка двигунів зменшують динамічні навантаження, продовжуючи строк служби обладнання. Також покращується стабільність технологічних процесів, однорідність змішування та якість готової продукції.

Висновки: Отже, оновлення електротехнологічних комплексів миловарного виробництва шляхом впровадження енергоефективних електроприводів є важливим стратегічним напрямом розвитку галузі. Воно забезпечує зниження енерговитрат, підвищення надійності роботи обладнання, екологічну безпеку та конкурентоспроможність підприємства. Модернізація електротехнологічних комплексів у миловарному виробництві шляхом впровадження енергоефективних електроприводів є стратегічно важливим та економічно обґрунтованим напрямом розвитку галузі. Такий підхід забезпечує комплексне покращення виробничих показників, підвищуючи надійність, екологічність та конкурентоспроможність підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Касьянова Н. В. Впровадження стратегії енергозбереження на промислових підприємствах // *Ефективна економіка*. — 2017. — № 2. — Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5916>.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ВИРОБНИЦТВА МИЛА НА ПРАТ «ШОСТКІНСЬКИЙ ЗАВОД ХІМІЧНИХ РЕАКТИВІВ»

Автоматизація виробничих процесів є ключовою передумовою підвищення ефективності, надійності та енергозбереження сучасних промислових підприємств. У миловарному виробництві, що включає послідовні етапи дозування сировини, омилення, промивання, сушіння, змішування, формування та пакування, застосування автоматизованих систем керування дає змогу об'єднати всі операції в єдину технологічну структуру з високою точністю та гнучкістю регулювання параметрів [1].

Система керування, побудована на основі програмованих логічних контролерів (ПЛК) і SCADA-системи, забезпечує безперервний контроль і моніторинг ключових технологічних показників — температури, тиску, витрати реагентів, рівня у резервуарах, швидкості обертання електроприводів тощо. Завдяки впровадженим алгоритмам ПІД-регулювання всі параметри підтримуються в оптимальних межах автоматично, що мінімізує вплив людського фактора, зменшує ймовірність аварій і стабілізує якість кінцевого продукту [2].

SCADA-система надає оператору можливість у реальному часі відстежувати стан виробничих процесів, оперативно реагувати на відхилення, формувати звіти, вести архів даних і оцінювати ефективність роботи обладнання. Додатково інтегрована система енергомоніторингу дозволяє контролювати електроспоживання кожного агрегату окремо, що створює передумови для подальшої оптимізації виробництва.

Практичний досвід реалізації такої системи на базі ПраТ «Шосткинський завод хімічних реактивів» показав, що комплексна автоматизація дає змогу знизити питомі витрати електроенергії на 10–15 %, скоротити простої обладнання, підвищити точність дозування сировини та стабільність процесів омилення. Крім того, підвищується рівень безпеки праці - система автоматично сповіщає про критичні відхилення та за потреби зупиняє роботу технологічних вузлів для запобігання аваріям.

Окрім технічних переваг, автоматизація відкриває шлях до реалізації концепції «розумного виробництва» (Smart Factory), коли всі дані процесів інтегруються в єдину цифрову платформу для аналітики, оптимізації та прогнозування. Це забезпечує не лише оперативне реагування на зміни в реальному часі, а й можливість формування довгострокових стратегій розвитку підприємства.

Висновки. Отже, впровадження сучасних автоматизованих систем керування в миловарному виробництві сприяє комплексному підвищенню енергоефективності, стабільності технологічних процесів і якості продукції. Поєднання ПЛК, SCADA та систем енергомоніторингу формує базу для створення конкурентоспроможного, екологічно безпечного та технологічно прогресивного виробництва нового покоління.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

1. Попович М. Г., Коваль О. В. Автоматизація виробничих процесів. Київ: Либідь, 2003. 432 с.
2. Скуріхін В. І., Квасов В. М., Калініченко Л. А. Інтегровані автоматизовані системи управління підприємством: проектування та впровадження. Київ: Наукова думка, 2002. 345 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ СЕРЕДНЬОМІСЯЧНОЇ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ НА ГОРИЗОНТАЛЬНУ ПЛОЩИНУ

Сонячна радіація є основним джерелом енергії для всіх природних процесів на Землі та відіграє вирішальну роль у формуванні кліматичних умов, а також у розвитку відновлюваної енергетики. Дослідження рівня середньомісячної сонячної радіації на горизонтальну площину є важливою складовою оцінки потенціалу сонячної енергії на певній території, оскільки від цих даних залежить ефективність проектування та експлуатації фотоелектричних систем.

Метою даного дослідження є аналіз зміни величини середньомісячної сонячної радіації протягом року для визначення сезонних коливань та оптимального періоду використання сонячних енергетичних установок. Для дослідження використовуються дані метеорологічних спостережень, що характеризують інтенсивність глобальної сонячної радіації на горизонтальну поверхню.

Результати дослідження середньомісячної сонячної радіації на горизонтальну площину для умов СЕС «ARCYZ» Одеської області.

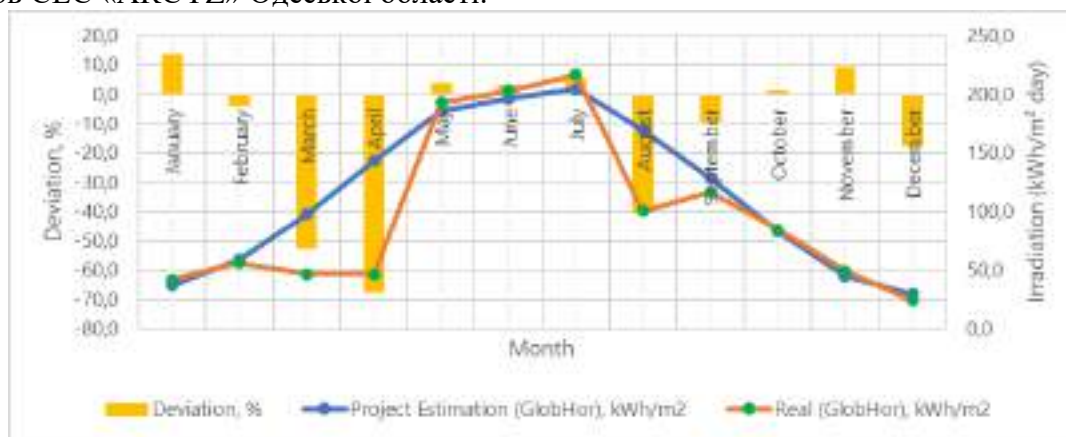


Рис. 1. Середньомісячна сонячна радіація на горизонтальну площину

Результати аналізу даних на рис. 1. свідчать про суттєву сезонну нерівномірність надходження сонячної енергії протягом року. В зимовий період (січень–березень) спостерігається найнижчий рівень інсоляції, що супроводжується значним відхиленням фактичних значень від проектних, у межах мінус 50–70 %. Таке зниження зумовлене високою хмарністю, короткою тривалістю світлового дня та низьким кутом підйому Сонця над горизонтом. Починаючи з квітня, відбувається стабільне зростання сонячного випромінювання, і вже у травні фактичні та розрахункові дані практично збігаються, що свідчить про адекватність моделі оцінювання для весняно-літнього періоду.

У літні місяці (червень–серпень) фіксується пік сонячної активності з рівнем опромінення понад 200 кВт·год/м², при цьому у липні фактичні показники навіть перевищують проектні, що може бути пов'язано з меншою кількістю хмарних днів та стабільними метеорологічними умовами. Після серпня спостерігається поступове зниження рівня радіації, і в осінньо-зимовий період відхилення знову набуває негативних значень. Загалом середньорічна різниця між фактичними та розрахунковими показниками становить близько мінус 20–30 %, що відповідає реальним кліматичним умовам регіону.

Отримані результати підтверджують необхідність врахування сезонної мінливості сонячної радіації під час проектування фотоелектричних систем. Зокрема, у зимові місяці слід очікувати зниження ефективності роботи сонячних установок, тоді як у літній період можливе перевищення прогнозованих показників генерації електроенергії. Це вказує на важливість застосування коригувальних коефіцієнтів продуктивності, що дозволяють точніше оцінити потенційну енерговіддачу сонячних електростанцій протягом року.

ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ ТА ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ: ІНСТРУМЕНТАРІЙ ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИНЦИПІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Ключові слова: сталий розвиток, інженерна екологія, альтернативна енергетика, антропогенний вплив, декарбонізація, безвідходні технології, енергоефективність.

Концепція сталого розвитку (Sustainable Development) набула критичного значення в умовах зростання глобальних екологічних викликів та обмеженості природних ресурсів. Вона визначається як гармонійне поєднання трьох нерозривних складових: економічного зростання, соціальної стабільності та збереження природного середовища. Досягнення цього балансу вимагає не лише політичної волі, але й потужного науково-технічного забезпечення.

Ключовим завданням сучасності є мінімізація антропогенного впливу на довкілля – зокрема, забруднення, деградації екосистем та кліматичних змін – при одночасному забезпеченні зростаючих енергетичних потреб суспільства для його соціально-економічного прогресу. У цьому контексті інженерна екологія та альтернативна енергетика виступають не просто додатковими напрямками, а необхідними рушійними силами, які забезпечують практичне втілення принципів сталості.

Сталий розвиток (СР) – це парадигма, спрямована на задоволення потреб сучасних поколінь без загрози для можливостей майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби. Вона вимагає не просто збереження наявних ресурсів, а їх ефективного, раціонального використання та відновлення.

Реалізація принципів СР передбачає пошук та впровадження принципово нових технологічних рішень у всіх ключових секторах економіки:

- У промисловості – перехід до замкнених циклів, безвідходних та маловідходних технологій.
- В енергетиці – декарбонізація та підвищення енергоефективності.
- У будівництві – використання екологічних матеріалів та принципів "зеленого" будівництва.

Інженерна екологія являє собою міждисциплінарну галузь знань, яка розробляє та застосовує технічні засоби і методи для зменшення шкідливих впливів виробництва, транспорту, комунальної сфери та інших видів людської діяльності на довкілля.

Ця дисципліна реалізує екологічні принципи у:

3. Інфраструктурі: проектування екологічно безпечних доріг, водоочисних та сміттєпереробних споруд.
4. Технологічних процесах: впровадження каталітичних нейтралізаторів, очисних фільтрів та систем рекуперації ресурсів.
5. Системах енергоефективності: Мінімізація втрат енергії на всіх етапах — від виробництва до кінцевого споживання.

Фактично, інженерна екологія є інструментом для практичного втілення концепції сталого розвитку, перетворюючи абстрактні цілі на конкретні, вимірювані технологічні рішення.

Перехід від вуглецевої економіки до зеленої є неможливим без кардинальних змін в енергетичному секторі. Альтернативні джерела енергії (ВДЕ) – зокрема, сонячна, вітрова, гідро-, біо- та геотермальна енергетика – забезпечують ключове рішення: зменшення використання викопних ресурсів (вугілля, нафти, газу).

Масштабне впровадження ВДЕ має прямий позитивний вплив на стійкість:

- Вони суттєво знижують викиди парникових газів (CO_2 , метану), що є критичним для уповільнення глобального потепління.
- Зменшуються інші форми забруднення, такі як оксиди сірки та азоту, тверді частинки, які є основними джерелами смогу та кислотних дощів.

- Технології ВДЕ, такі як сучасні вітрові турбіни чи сонячні панелі, є практичним прикладом застосування інженерно-екологічних підходів, оскільки вони розробляються з урахуванням життєвого циклу, мінімального впливу на ландшафт та ефективної утилізації.

Ці три концепції формують єдину, ієрархічно структуровану систему:

Таблиця 1 – Ієрархія та функціональна роль ключових концепцій сталого розвитку

Концепція	Роль у системі сталого розвитку
Сталий розвиток	Загальна мета та стратегічна філософія, що визначає бажаний вектор розвитку.
Інженерна екологія	Забезпечує методи та технологічні інструменти (проектування, очищення, оптимізація) для досягнення цілей СР.
Альтернативна енергетика	Є одним із ключових рішень (конкретна технологічна сфера), що безпосередньо реалізує екологічні принципи СР та інженерної екології.

Іншими словами, сталий розвиток є "що" потрібно досягти; інженерна екологія – це "як" це зробити безпечно та ефективно; а альтернативна енергетика – це "один із найважливіших об'єктів" застосування цих методів.

Досягнення цілей сталого розвитку в глобальному масштабі є неможливим без інтеграції інженерної екології та альтернативної енергетики. Інженерна екологія створює основу для впровадження екологічно чистих виробництв та інфраструктури, тоді як альтернативна енергетика забезпечує критично важливий ресурсний фундамент – чисту енергію.

Послідовний та цілеспрямований розвиток відновлюваних джерел енергії в поєднанні з активним впровадженням екологічних технологій у промисловість та побут сприятиме формуванню не просто економічно стабільного, а й екологічно безпечного суспільства, що відповідає інтересам як сучасних, так і майбутніх поколінь.

УДК 621.311.243

Різнченко В. Ю., магістрант, Савойський О. Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В УКРАЇНІ

Сучасний етап розвитку енергетики в Україні характеризується активним пошуком шляхів забезпечення енергетичної незалежності, підвищення енергоефективності та переходу до відновлювальних джерел енергії. В умовах зростаючої вартості традиційних енергоресурсів, обмеженості запасів вугілля, газу та нафти, а також необхідності зменшення негативного впливу на довкілля особливої актуальності набуває впровадження сонячної енергетики, зокрема мережових (онгрід) сонячних електростанцій (СЕС). Україна має значний потенціал для розвитку цієї галузі завдяки сприятливим кліматичним умовам, наявності великої кількості відкритих площ для розміщення фотомодулів і прагненню до інтеграції у європейський енергетичний простір.

Мережові сонячні електростанції (СЕС) являють собою комплекси, які генерують електричну енергію за рахунок перетворення сонячного випромінювання у постійний струм із подальшим перетворенням його в змінний струм і передачею в об'єднану енергосистему. Вони не потребують систем накопичення енергії, оскільки вироблена електроенергія одразу подається у мережу. Такий принцип роботи забезпечує простоту експлуатації, зниження капітальних витрат та підвищення економічної ефективності. Крім того, користувачі можуть зменшувати власне споживання з мережі, компенсуючи частину витрат за рахунок генерації від СЕС.

Україна має досить високий рівень сонячної радіації, що створює сприятливі передумови

для ефективного використання фотоелектричних установок. Середньорічне значення сонячної інсоляції на горизонтальну поверхню коливається від 1070 кВт·год/м² у північних регіонах до 1350–1450 кВт·год/м² у південних областях, що є показником, наближеним до умов Центральної Європи. Найбільш придатними територіями для розміщення мережових сонячних електростанцій є південні області України – Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька та Дніпропетровська, проте за останні роки активне будівництво СЕС спостерігається також у центральних і західних регіонах. Це свідчить про те, що навіть у менш інсоляційних районах такі проекти можуть бути економічно доцільними.

Серед головних чинників, що визначають перспективи впровадження мережових СЕС в Україні, варто відзначити державну політику підтримки відновлюваної енергетики. Протягом останнього десятиліття було створено сприятливе нормативно-правове середовище, зокрема впроваджено механізм «зеленого» тарифу, який стимулював інвесторів до будівництва об'єктів сонячної генерації. Хоча останніми роками система тарифів зазнала змін і поступово переходить до конкурентних умов, ринок продовжує зростати за рахунок розвитку систем «net billing» та «net metering», які дозволяють домогосподарствам і підприємствам ефективно використовувати вироблену електроенергію для власних потреб із можливістю продажу надлишків у мережу.

Додатковим поштовхом для розвитку мережових СЕС є інтеграція України до Європейської енергетичної системи ENTSO-E. Це відкриває нові можливості для збільшення частки відновлюваних джерел у структурі генерації, підвищення стабільності енергосистеми та залучення іноземних інвестицій. У межах європейських стандартів Україна зобов'язалася підвищити частку відновлюваної енергії у кінцевому споживанні до 25% до 2030 року, що вимагає розширення саме сонячної та вітрової генерації.

Економічна ефективність мережових сонячних електростанцій безпосередньо залежить від вартості обладнання, тарифів на електроенергію та умов підключення до мережі. За останні 10 років вартість фотоелектричних модулів у світі знизилася більш ніж у 5 разів, що зробило сонячну генерацію доступною навіть для малих підприємств і приватних споживачів. В Україні середній термін окупності СЕС потужністю до 30 кВт становить 5–7 років за умов оптимальної орієнтації панелей і відсутності тінювих перешкод. Водночас великі промислові установки мають ще коротший період окупності завдяки економії на масштабі, що свідчить про високий потенціал розвитку сегменту корпоративних СЕС.

Технічна база для впровадження сонячної енергетики в Україні постійно вдосконалюється. Вітчизняні компанії вже налагодили виробництво металевих конструкцій для монтажу панелей, кабельно-провідникової продукції, інверторного обладнання та систем моніторингу. Зростає кількість проєктних і сервісних організацій, які забезпечують повний цикл – від розробки техніко-економічного обґрунтування до введення об'єкта в експлуатацію. У поєднанні з поступовою цифровізацією енергетичних мереж це створює основу для формування розумних мереж (smart grid), у яких сонячні електростанції виступають активними елементами енергосистеми.

Важливу роль у розвитку мережових СЕС відіграють також екологічні аспекти. Виробництво електроенергії з використанням фотоелектричних технологій не супроводжується шкідливими викидами, не потребує спалювання палива та практично не створює шумового навантаження. Кожен мегават потужності сонячної станції дозволяє скоротити викиди вуглекислого газу на 800–900 тонн на рік, що має значний позитивний вплив на довкілля. Для України, яка входить до переліку країн з найвищим рівнем енергетичної залежності та викидів CO₂ у промисловому секторі, розвиток відновлюваної енергетики є не лише економічним, а й стратегічно екологічним завданням.

Попри очевидні переваги, розвиток мережових СЕС в Україні стикається з низкою викликів. Серед них – нестабільність нормативного середовища, складність процедур підключення до мережі, технічні обмеження енергосистеми та недостатня гнучкість балансуючих потужностей. У деяких регіонах виникають випадки перевищення локальних можливостей мереж, що вимагає реконструкції підстанцій і розподільчих ліній. Для забезпе-

чення подальшого розвитку необхідне державне стимулювання модернізації інфраструктури, підтримка малих генераторів, а також впровадження механізмів компенсації для домогосподарств, які встановлюють сонячні електростанції.

Впровадження мережевих сонячних електростанцій в Україні має значні перспективи як у технічному, так і в економічному та екологічному аспектах. Високий рівень сонячного потенціалу, зниження вартості обладнання, євроінтеграційні прагнення та зростаюча потреба в енергетичній незалежності створюють умови для масштабного розвитку цього напрямку. У найближчі роки можна очікувати поступового переходу від моделі стимулювання через фіксовані тарифи до конкурентного ринку, у якому сонячна енергетика залишатиметься однією з ключових складових стратегії сталого розвитку України. Враховуючи тенденції світового енергетичного ринку, розвиток мережевих СЕС стане не лише економічно вигідним, а й технологічно необхідним кроком для забезпечення надійного та екологічно безпечного енергопостачання держави.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Денисюк С., Стржелецьки Р., Богойко І., Стржелецька Н. Аналіз особливостей ефективного впровадження сонячних електростанцій в локальних системах енергозабезпечення // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2023. – № 2. – С. 45–53. – Режим доступу: <https://energy.kpi.ua/article/view/279536>.
2. Черевко Г. В., Ткачук В. І., Черевко І. В., Сиротюк Г. В., Сиротюк С. В. Сонячна енергетика в Україні та досвід країн Вишеградської групи // Наукові горизонти. – 2022. – Т. 25, № 3. – С. 30–37. – Режим доступу: <https://sciencehorizon.com.ua/uk/journals/tom-25-3-2022/sonyachna-energetika-v-ukrayini-ta-dosvid-krayin-vishegradskoyi-grupi>.
3. Багрий І. Д., Онищенко В. О., Євдокимов В. В. Стратегія розвитку та впровадження відновлюваної енергетики в Україні // Мінеральні ресурси України. – 2024. – № 2. – С. 10–18. – Режим доступу: <https://mru-journal.com.ua/index.php/mru/article/view/388>.

УДК 621.313.333

Пічняк В.О., магістрант, Савойський О. Ю, к.т.н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ КОРМІВ

Розвиток і зміцнення конкурентних переваг агропромислового виробництва потребує модернізації допоміжних технологічних процесів, зокрема підготовки та переробки кормів. Однією з ключових операцій є подрібнення, оскільки саме воно забезпечує кращу засвоюваність поживних речовин і зменшує енергозатрати тварин під час жування.

Експлуатація традиційних нерегульованих систем електроприводу подрібнювачів характеризується нераціональним використанням енергетичних і технічних ресурсів. Такі системи не здатні адаптуватися до змін властивостей сировини (зокрема вологості та розміру часток), що призводить до зайвих енергетичних витрат і скорочення терміну служби обладнання. Оптимальним рішенням є застосування регульованих електроприводів, які забезпечують адаптивне керування процесом подрібнення, підвищуючи енергоефективність і якість кінцевого продукту.

Робота універсальних подрібнювачів кормів як об'єктів автоматичного регулювання ґрунтується на взаємозв'язку основних параметрів процесу.

Вхідні параметри залежать від властивостей сировини -це швидкість подачі матеріалу ($Q_{вх}$), його міцність (σ) та розмір частинок (D).

Вихідні параметри показують, як відбувається процес подрібнення і якою є якість отриманого продукту: рівень заповнення робочої камери (h), фактичну продуктивність машини ($Q_{вих}$), споживану потужність (P) і гранулометричний склад ($ГС$) подрібненої маси.

Усі ці показники утворюють систему взаємопов'язаних змінних, на основі яких ро-

зробляються ефективні алгоритми автоматичного керування процесом подрібнення (рисунок 1).

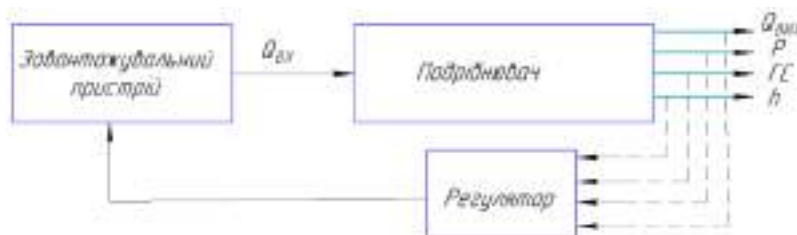


Рис. 1. Подрібнювач як об'єкт регулювання

Системи автоматизації процесів подрібнення функціонують на основі використання однієї або декількох вихідних характеристик дробарки як керуючих параметрів. У разі відхилення цих параметрів від заданого опорного значення (W) формується коригуючий сигнал, який через регулятор (P) впливає на зміну швидкості подачі сировини (Q_{vx}), забезпечуючи реалізацію зворотного зв'язку в системі.

Системи автоматичного регулювання (САР) процесів подрібнення, як правило, реалізуються за локальним принципом, коли кожен контур керування функціонує автономно, орієнтуючись на власний критерій оптимальності. Основним завданням такого регулювання є досягнення максимальної ефективності використання потужності (P), споживаної під час подрібнення, за умови стабільного підтримання заданої продуктивності агрегату (Q_{vix}).

У найпростіших системах автоматичного регулювання (САР) рівень заповнення робочої камери дроблення (h) використовується як основний параметр керування. У стабільному режимі, коли швидкість подачі матеріалу живильником і продуктивність дробарки збалансовані, коливання рівня заповнення мінімальні. Якщо продуктивність дробарки знижується, система автоматично зменшує швидкість подачі матеріалу або тимчасово призупиняє роботу живильника (Q_{vx}).

Підвищення швидкості подачі сировини негативно впливає на якість подрібненого продукту, зокрема на його гранулометричний склад. Через це подрібнювачі з нерегульованими електроприводами мають суттєвий недолік — вони потребують постійного контролю з боку оператора як за подачею сировини, так і за якістю готового продукту.

Оскільки безпосереднє вимірювання моменту опору є технічно складним, найдоцільніше регулювати процес подрібнення за величиною струму приводного асинхронного електродвигуна. Такий метод є обґрунтованим, адже струм прямо пропорційний моменту двигуна. Крім того, керування за струмом забезпечує вбудований захист від перевантажень, що запобігає пошкодженню обладнання. Регулювання продуктивності здійснюється шляхом зміни інтенсивності подачі матеріалу.

Використання частотних перетворювачів типу ОВЕН ПЧВ (рисунок 2) суттєво покращує експлуатаційні характеристики електропривода. Це забезпечує розширення діапазону регулювання, підвищення точності та швидкодії системи.



Рис. 2. Частотні перетворювачі ОВЕН ПЧВ (Акuteк)

Основні переваги таких перетворювачів:

- Технічні: висока ступінь автоматизації, можливість програмування кількох приводів, надійність при перевантаженнях, зниження динамічних навантажень, компактність і простота інтеграції з іншими пристроями.
- Експлуатаційні: висока надійність завдяки системі самодіагностики, зменшення зношування елементів, продовження строку служби обладнання та відповідність екологічним вимогам.

Застосування регульованого електропривода дозволяє комплексно оптимізувати процес подрібнення. Така система забезпечує стабільну роботу агрегату, підвищує ефективність на 15–20%, знижує енергоспоживання, збільшує довговічність обладнання та покращує якість кінцевого продукту за гранулометричними показниками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Rigacci, M. (2020). Experimental evaluation of mechanical and electrical power consumption of feed drive systems. ScienceDirect, 55(4), 302–310. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141635920303020>
2. Automation controls to keep feed mill, grain facility employees safe. (2022). Feed & Grain, 28(4), 56–62. <https://www.feedandgrain.com/blogs/suppliers-side/blog/15385014/automation-controls-to-keep-feed-mill-grain-facility-employees-safe>
3. Elbendari, A. M. (2025). Optimizing key parameters for grinding energy efficiency. PMC, 15(3), 123–130. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11772577/>

УДК 621.311

Ібрагімов М.Е., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

ВПЛИВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ НА ПРОЦЕСИ ДЕГРАДАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ

Деградація сонячних панелей – це поступове зниження їхньої ефективності та потужності з часом під впливом зовнішніх факторів та природного старіння матеріалів. Вона спричиняє зменшення кількості виробленої електроенергії, а її швидкість залежить від якості панелей, умов експлуатації та таких факторів, як УФ-випромінювання, температурні перепади, механічні пошкодження та забруднення.

Сонячні фотоелектричні модулі під час тривалої експлуатації зазнають деградаційних процесів, що знижують їх ефективність. Одним із ключових чинників, який впливає на швидкість деградації, є збільшення електричного потенціалу між фотоелементами та заземленням. Це явище призводить до виникнення потенціально-індукованої деградації (PID), що проявляється у зменшенні вихідної потужності, нерівномірності струму та порушенні структури р-п переходу.

Деградація сонячних батарей відбувається постійно. Гарантії виробників і досвід експлуатації показав, що термін служби батарей становить від 20 років до 30 і більше років. Залежно від типу сонячних елементів складає:

- монокристалічні модулі зазвичай працюють 30 років і більше;
- полікристалічні служать 20 і більше років;
- аморфні від 7 до 20 років - все залежить від року виробництва і застосування нових тонкоплівкових технологій.

Під час дослідження було встановлено, що на інтенсивність PID-ефекту впливають кілька ключових факторів: рівень системної напруги, температура навколишнього середовища, ступінь вологості повітря та тривалість роботи панелей під навантаженням. У вологому або жаркому кліматі швидкість деградації збільшується в кілька разів, оскільки підвищується провідність шарів і прискорюється міграція іонів. Також виявлено, що використання різних

матеріалів інкапсуляції суттєво впливає на стійкість до PID — у деяких випадках різниця у швидкості деградації може досягати 40–50 %.

З метою зменшення негативного впливу потенціалу було проаналізовано кілька технічних рішень. З практичної точки зору важливо, що PID не є безповоротним явищем. За певних умов деградацію можна частково компенсувати, наприклад, за допомогою відновлення потенціалу або термічної обробки модулів при низькій напрузі. Такий підхід дозволяє продовжити строк служби сонячних панелей без необхідності їхньої заміни.

Підвищений електричний потенціал є одним із ключових факторів, який впливає на швидкість старіння фотоелектричних модулів. Усвідомлення механізмів цього процесу дає можливість розробити практичні рекомендації для зменшення деградаційних втрат. Застосування правильних інженерних рішень на етапі проектування та експлуатації дозволяє значно підвищити надійність, стабільність і довговічність сонячних енергетичних систем у реальних умовах.

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 621.316.97.

Тимошенко Г.А., завідувач навчальною лабораторією, Мороз К.В., завідувач навчальною лабораторією, СНАУ, Суми, Україна

ОСОБЛИВОСТІ МІЖВИТКОВОЇ І КОРПУСНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ

Всі провідники обмотки повинні бути ізольовані один від одного та від корпусу машини. В низьковольтних електричних машинах роль міжвиткової ізоляції досягається за рахунок ізоляції самого провода. В обмотках із голих проводів, а також в високовольтних машинах для створення чи підсилення міжвиткової ізоляції кожен провідник покривають ізоляційним матеріалом.

Конструкція корпусної ізоляції залежить від форми паза і напруги обмотки. Для всіх обмоток корпусна ізоляція складається із декількох шарів ізоляційних матеріалів, які створюють пазову гільзу.

В стержневих обмотках ротора, які вкладаються в паз торця сердечника, пазову частину стержня обмотують декількома шарами ізоляційного матеріалу. Ширина полоси матеріалу дорівнює довжині ізольованої частини стержня, а довжина полоси – периметру перерізу стержня, помноженому на число шарів ізоляції. Така ізоляція називається гільзовою.

Якщо провід обмотувати стрічкою то його можна виконати різними величинами перекриття його шарів, що залежать від кута нахилу стрічки по відношенню до ізольованої ділянки. Число шарів стрічки задається нормами і залежить від напруги машини і умови її роботи.

Обмотування стрічкою «врозбіжку» не дає ізоляційного шару, а значить застосовується для зтягування витків котушки, або притримання раніше намотаних шарів ізоляції. Обмотування стрічкою «встик» теж не дає безперервного шару ізоляції, так як в місцях стиків можуть бути оголені ділянки котушки. А значить ізолювання стрічкою «встик» застосовують для захисту лежачих під нею шарів ізоляції.

При обмотуванні стрічкою «внавал» створюється основна ізоляція стержня або котушки. Обмотування стрічкою «внавал» застосовують перекриваючи попередній виток стрічки на

$\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ або $\frac{2}{3}$ її ширини. Частіше всього застосовують перекриття на $\frac{1}{2}$ ширини стрічки. При цьому дійсна товщина ізоляції буде більшою вдвічі від розрахункової.

Якщо обмотують стрічкою ізоляційного матеріалу, ширина якої дорівнює довжині ізолюваної ділянки, то загальна товщина ізоляції буде меншою ніж при ізолюванні стрічкою.

Ізолюючи широкою стрічкою ізоляційного матеріалу набагато ефективніше, ніж стрічкою, особливо при механізованій підготовці ізоляції. Але ізолювати широкополосною стрічкою можна тільки на прямолінійних відрізках котушки.

Крім міжвиткової і корпусної ізоляції котушок в обмотках застосовують цілий ряд допоміжних ізоляційних прокладок. До них відносяться прокладки: на дно паза, між шарами обмоток, ізоляція під проволочні бандажі, між шарами лобових частин, ізоляція обмоткоутримувачів. Ці прокладки для машин з ізоляцією класу А виконують із електрокартону, лакотканини ізоляційних плівок, а для машин класу В, F, Н – із склакотканини (мікафолія), гнучкого міканіту, слюдинітофолію і ін.

УДК 621.311

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

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА РЕЖИМИ РОБОТИ ВЕС

На сьогоднішній день існує значна кількість схем, що використовуються для того щоб з вітрової енергії отримати електрику змінної або в рідких випадках постійної напруги. Також є велика кількість технологічних схем для виробітку в мережу електричної енергії. Всі ці схеми використовують потенціал вітрової енергії випадків автономної роботи та роботи на мережу ВЕУ.

Найбільш поширеними типами ВЕС є вертикально-осьові та горизонтально-осьові:

- Вертикально-осьові конструкції мають ортогональні вектори кутової швидкості обертання вітроподвигуна, а також характеризуються аксіальною складовою вектору швидкості вітрового потоку.
- Горизонтально-осьові конструкції мають колінеарні вектори кутової швидкості обертання вітроподвигуна, а також характеризуються аксіальною складовою вектору швидкості вітрового потоку.

Вітроустановки мають таку класифікацію: спосіб управління, рівень потужності, область застосування, призначення та ін. Класифікацію вітроелектричних установок та загальну класифікацію вітроелектричних станцій показано на (рис. 1 і рис. 2).

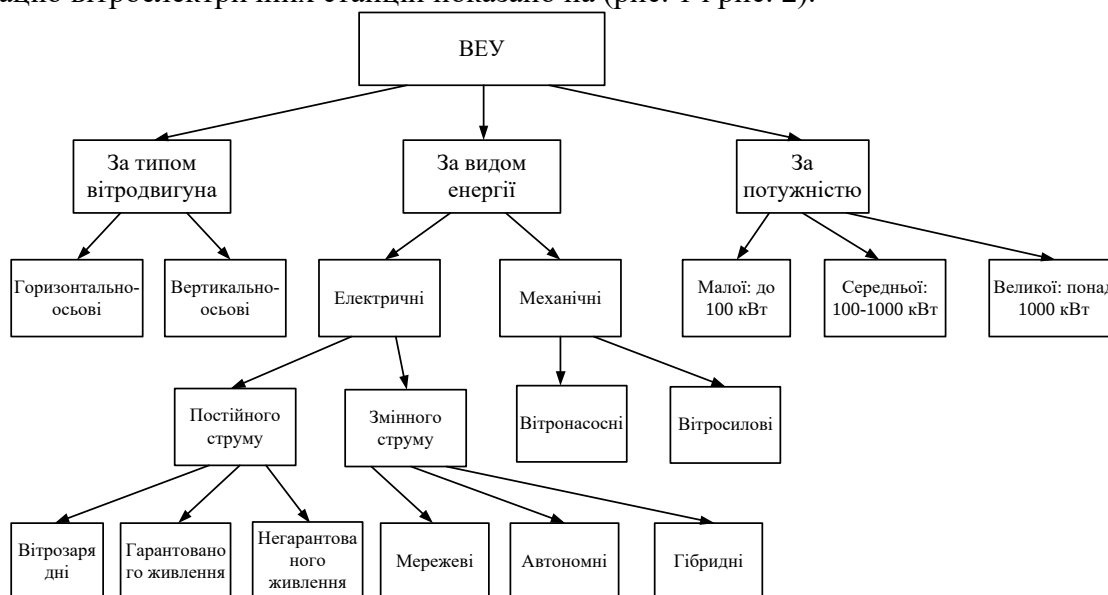


Рис. 1 – Класифікація вітроелектричних установок

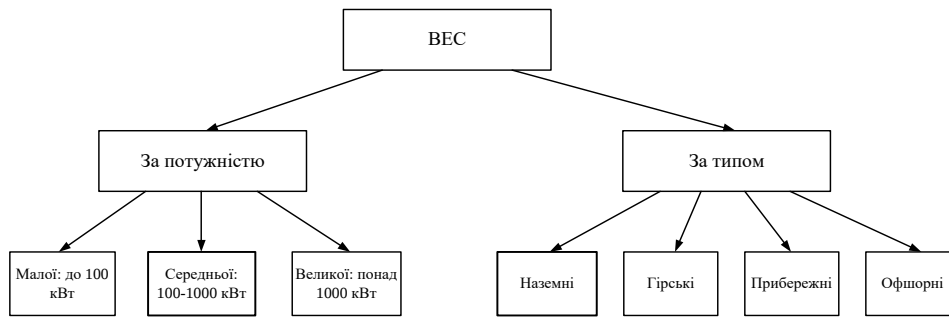


Рис. 2 – Загальна класифікація вітроелектричних станцій

Також ВЕУ поділяються на вітромеханічні та вітроелектричні, а також постійного та змінного струму.

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 621.9.048

Гуца Д.М., магістрант, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна

СТРУКТУРА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ СИСТЕМ ОПОВІЩЕННЯ КРИТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Сучасні системи оповіщення критичних об'єктів потребують високої надійності та автономності електроживлення. Перебої в постачанні енергії можуть призвести до порушення зв'язку, несвоєчасної передачі інформації або відмови систем безпеки. В умовах зростаючої кількості надзвичайних ситуацій питання безперебійного живлення набуває особливої актуальності, оскільки тривалість відключень електроенергії на критичних об'єктах може становити від декількох хвилин до кількох діб. Для забезпечення стабільної роботи таких систем актуальним є впровадження гібридних систем електропостачання, що поєднують декілька джерел енергії — мережеве живлення, акумуляторні батареї, дизель-генератор і сонячну панель. Комбінування різнотипних джерел дозволяє компенсувати недоліки кожного окремого елемента.

Запропонована система складається з таких основних елементів:

- *Мережеве джерело* виступає основним живленням при нормальних умовах роботи.
- *Акумуляторна батарея* слугує резервним джерелом для покриття короткочасних збоїв тривалістю до 30 хвилин, що важливо для нівелювання перехідних процесів при перемиканні на генератор.
- *Дизель-генератор* становить основний резерв у разі тривалих відключень та здатний працювати автономно протягом 24-48 годин.
- *Інвертор з функцією АВР* автоматично перемикає між джерелами за час менше 10 мілісекунд.
- *Сонячна панель* інтегрована в систему для зниження навантаження на основні джерела в денний час.

- *Контролер моніторингу та НМІ-панель* забезпечують контроль параметрів системи в реальному часі та віддалене керування.

Алгоритм роботи побудовано за принципом пріоритетності джерел. У штатному режимі живлення здійснюється від мережі з одночасною підзарядкою акумуляторів. При пропаданні мережевої напруги інвертор миттєво перемикається на батарейне живлення та подає сигнал на запуск дизель-генератора. Після виходу генератора на робочий режим протягом 15-20 секунд система переключасться на нього. У процесі роботи система пріоритетно використовує енергію з відновлюваних джерел, зокрема сонячних панелей, що дозволяє знизити навантаження на мережу та витрати палива.

Порівняльний аналіз показав, що гібридна система з інвертором потужністю 5 кВт і батарейним блоком 4×100 А·год забезпечує автономну роботу системи оповіщення понад 10 годин при середньому навантаженні 0,8 кВт. Коефіцієнт готовності системи досягає 0,9995, що відповідає вимогам для об'єктів першої категорії надійності.

Висновки. Використання гібридних систем електропостачання підвищує надійність і енергонезалежність систем оповіщення критичних об'єктів. Інтеграція декількох джерел енергії забезпечує безперебійність роботи навіть при тривалих відключеннях централізованого електропостачання. Такі рішення є перспективними для об'єктів цивільного захисту, диспетчерських пунктів та аеропортів.

УДК 004(063)

Лобода В.Б., к.ф.-м.н., професор, Великород Д.С., магістрант, СНАУ, Суми, Україна

АНАЛІЗ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ НА БАЗІ СОНЯЧНОЇ РЕГЕНЕРАЦІЇ

У роботі представлено концепцію побудови автономної системи електропостачання майстерні, що спеціалізується на виготовленні та ремонті FPV-дронів. Основу системи становить фотоелектричний комплекс, який забезпечує перетворення сонячної енергії на електричну для живлення виробничого обладнання. Запропоноване рішення спрямоване на підвищення енергоефективності, зниження експлуатаційних витрат і мінімізацію негативного впливу на довкілля.

Це поєднання відновлюваної енергетики, електроніки та безпілотних технологій — якраз те, що зараз активно досліджують у Європі, США та Японії. Як порівняльні характеристики наведено практичні рекомендації щодо побудови автономних систем живлення на базі альтернативних джерел енергії для малопотужних технологічних майстерень [1].

У ході дослідження проведено детальний аналіз енергоспоживання виробничого приміщення, визначено навантаження основних споживачів електроенергії, серед яких — паяльні станції, лабораторні блоки живлення, 3D-принтери, стенди для тестування електроніки та зарядні пристрої для акумуляторів дронів. Детально показано методику розрахунку автономних фотоелектричних систем для технічних майстерень і дослідницьких центрів з урахуванням добових коливань навантаження. На основі розрахунків обґрунтовано необхідну потужність сонячної електростанції, підібрано тип і кількість фотомодулів, акумуляторних батарей, контролерів заряду та інверторного обладнання, яке є сучасно-новітнім, згідно передових технологій [2].

Розроблено структурну та принципову електричні схеми системи електропостачання, а також схему підключення до резервного джерела — мережі загального користування.

Запропонована система електропостачання є гібридною і забезпечує надійне безперебійне живлення майстерні за рахунок інтеграції сонячних панелей, акумуляторних батарей і мережевого живлення. Блок автоматизації здійснює контроль параметрів енергосистеми та реалізує алгоритм пріоритизації споживачів, що дозволяє ефективно використовувати енергію з відновлюваних джерел і мінімізувати споживання від зовнішньої мережі. Була розроблена блок-схема автоматизації системи електропостачання майстерні з виготовлення та ремонту

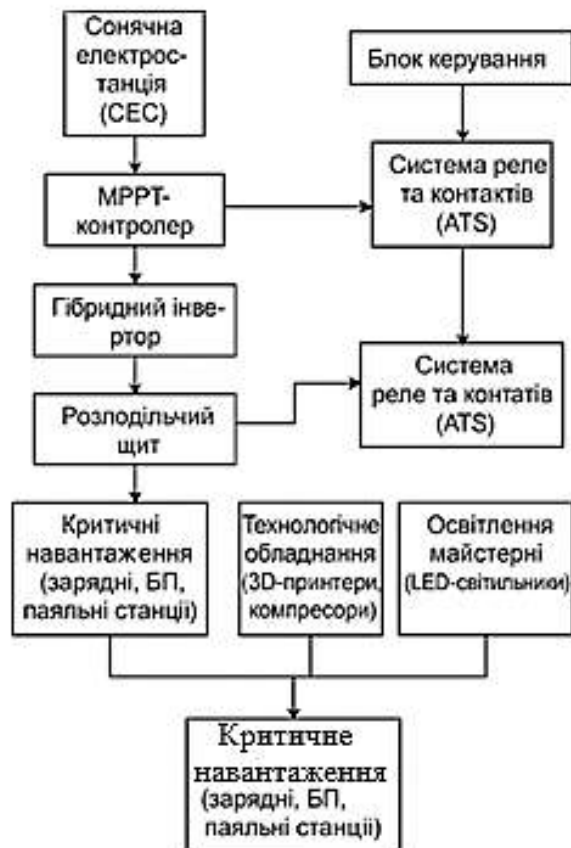


Рисунок 1 – Блок-схема автоматизованої системи електропостачання майстерні з виготовлення та ремонту FPV-дронів із використанням сонячних панелей та акумуляторної батареї

Поясненням щодо принципу роботи схеми є: **сонячні панелі (СЕС)** генерують постійний струм, який надходить до **МРРТ-контролера** для оптимізації режиму роботи.

Далі отримана енергія подається на **акумуляторну батарею (LiFePO₄)**, що забезпечує накопичення енергії для автономного живлення. При цьому **гібридний інвертор** формує стабільну синусоїдальну напругу 220 В для споживачів. **Блок автоматизації (мікроконтролера Arduino ESP32)** здійснює контроль стану мережі, заряду АКБ, потужності СЕС і керує **автоматичним перемикачем джерел живлення (ATS)**. У разі зниження генерації від СЕС система переходить на **живлення від мережі**, а при аварійному відключенні — автоматично вмикає **резерв від АКБ**. **Система моніторингу** збирає необхідні параметричні дані (напруга, струм, температура, SOC (показник, який характеризує поточний стан заряду акумуляторної батареї та визначається як відношення кількості накопиченої енергії до її номінальної ємності, виражене у відсотках)) і передає дані оператору майстерні.

Навантаження поділено на такі **три групи: критичні** (стенди, зарядні, лабораторні БП, контролери FPV-дронів); **технологічні** (3D-принтери, компресори, паяльні станції); **допоміжні** (освітлення, вентиляція). Це дозволяє автоматично відключати неключові навантаження при низькому заряді АКБ.

Система моніторингу дає змогу в реальному часі відслідковувати роботу генерації, заряд АКБ і споживання енергії різними зонами майстерні.

Особливу увагу приділено забезпеченню безперебійної роботи критично важливого обладнання, енергетичній безпеці, автоматизації контролю стану системи та можливості моніторингу параметрів через мікроконтролер або комп'ютер.

Аналіз світових тенденцій у сфері фотовольтаїки показав реальні прогнози ефективності сонячних систем для промислових і мікрооб'єктів, рекомендації щодо оптимізації генерації та зберігання енергії [2].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Boretti, A., Castelletto, S., & Alhasan, F. (2023). Energy optimization of solar-powered workshops for unmanned aerial vehicle (UAV) applications. *Energy Conversion and Management*, 288, 118–624. DOI: 10.1016/j.enconman.2023.118624
2. Raza, M., Nadarajah, M., & Ekanayake, C. (2022). Design and performance evaluation of standalone solar PV microgrids for technical facilities. *Renewable Energy*, 196, 221–234. DOI: 10.1016/j.renene.2022.06.032

Козін В. М., к.т.н., доцент, Костраба О. О., магістрант, СНАУ, Суми, Україна

ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Сучасне тепличне виробництво переходить від теплотехнічної моделі до інтегрованого керування енергопотоками на основі даних із пріоритетом точного світлового, теплового та вологісного режимів при мінімальній питомій енергоємності. Наукові огляди останніх років свідчать, що найбільший вклад у зменшення витрат забезпечують три класи рішень: високо-ефективне освітлення, зменшення тепловтрат та використання енергоощадних методів опалення і кондиціювання у поєднанні з алгоритмами DLI-контролю і погодинною оптимізацією енергоспоживання. Сукупний ефект підсилюється інтеграцією локальної генерації та накопичувачів у контур керування теплицею.

Перехід у системі освітлення від ламп HPS до LED пропонує найбільш прогнозований потенціал економії. Систематичні огляди та прикладні дослідження повідомляють про 30–40 % зниження електроспоживання за аналогічних умов, а в окремих конфігураціях – навіть більші відносні виграші завдяки кращій оптимізації спектрального та просторового поширення світла. Коли LED поєднують із динамічним керуванням за добовою світловою дозою (DLI) та метеопрогнозом, економія зростає за рахунок ефективного перерозподілу роботи системи між днями та годинами без втрати біомаси та її якості. Експериментально доведено, що допустиме зниження цільового DLI у наступний після сонячного день не створює негативного впливу на розвиток рослин. Додаткове зменшення електроспоживання на 15–20 % досягається використанням смарт-алгоритмів порівняно зі статичним режимом освітлення.

Теплові екрани та оптимізовані огорожувальні конструкції є базовим інструментом зменшення тепловтрат у нічний і міжсезонний періоди. Метааналізи 2025 року для різного клімату фіксують діапазон скорочення витрат на опалення від 18–27 % до 40 %, залежно від матеріалу, кратності та способу закриття і відкриття вікон та дверей. Просунуті моделі демонструють потенціал до 41 % річного зменшення попиту на тепло за рахунок раціонально спроектованих екранів і автоматизованих сценаріїв роботи. Це знижує встановлену потужність джерел опалення та згладжує піки енергоспоживання.

Кероване регулювання мікроклімату у холодних і перехідних періодах – третій напрямок енергоощадності. Теплові насоси-дехуміфікатори, рідинно-десикантні та термоелектричні установки дозволяють одночасно зменшувати відносну вологість, запобігаючи конденсації вологи на рослинах та обладнанні, що знаходиться у теплиці. Публікації 2024–2025 рр. відзначають істотне зниження відносної вологості і стабілізацію мікроклімату при нижчих витратах енергії порівняно з традиційною вентиляцією, а також перспективність використання гібридних рішень «тепловий насос + десикант». Додатково нові системи рекуперації вологи дають енерго- і водно-ресурсний зберігаючі ефекти для посушливих регіонів, що узгоджується з тенденцією використання замкнених циклів циркуляції вологи.

Сучасний енергоефективний підхід полягає у тому, що тепла підсистема господарства розглядається як інтегрований контур, у межах якого надлишкова теплота не скидається у довкілля, а підлягає керованому відбору та повторному використанню. Теплова енергія, що утворюється в окремих технологічних ланках (наприклад, під час роботи обладнання кормоцеху або в процесі осушення повітря), через рекуператори, теплові насоси та теплоаккумуля-

тори спрямовується до споживачів, що мають дефіцит енергії – теплиці, буферних баків або контурів підігріву. Режими роботи зазначеного обладнання узгоджуються засобами керування із прогнозом погоди, часовими зонами тарифів і фізіолого-біологічними вимогами культур, що забезпечує оптимізацію енергетичних потоків у часі. Такий підхід знижує потребу у первинних енергоносіях і експлуатаційні витрати, одночасно підвищуючи стабільність параметрів мікроклімату та технологічну надійність виробництва.

Останнім часом серед енергоощадних технологій також можна виділити використання матеріалів покриттів з керованою спектральною селективністю, що дозволяє зменшити надходження сонячного випромінювання у ясну погоду за умови пропускання його частини у визначеному діапазоні спектру, а також комбінованого використання напівпрозорих фотопанелей, що виробляють електроенергію та пропускають частину сонячного випромінювання, корисну для розвитку рослин, у поєднанні з пасивним охолодженням конструкцій теплиці за рахунок віддзеркалення радіаційного випромінювання в інфрачервоному діапазоні від її поверхні. Ці технології ще проходять випробування, але вже демонструють зниження енергоспоживання систем вентиляції та кондиціювання.

Отже, комплекс енергоощадних заходів для споруд захищеного ґрунту має спиратися на постійне впровадження таких заходів: 1) заміна HPS на LED із використанням DLI-керування та сценаріїв димінгу; 2) встановлення двошарових термоекранів і запровадження їх автоматичного використання за оптимізованим алгоритмом; 3) впровадження теплового насоса-дегуміфікатора або гібридної системи з десикантом; 4) модернізація електроприводів з ЧРП; 5) впровадження альтернативних і відновлювальних джерел енергії для живлення інших енергоефективних систем; 6) енергоаудит, метрологічно коректний моніторинг з періодичним підтвердженням ефектів енергозбереження. За наявними даними наукових досліджень такі кроки є найбільш ефективними із розрахунку на вкладений капітал та узгоджуються із сучасними тенденціями щодо декарбонізації захищеного землеробства.

УДК 621.3

Юрченко О.Ю., PhD, доцент, СНАУ, Суми, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПРИ КОРИСТУВАННІ ЕЛЕКТРОІНСТРУМЕНТОМ КЛАСУ ІІІ

Правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів, зокрема пп. 6.7.1 регламентовано поділ електроінструменту за умовами безпеки на 3 класи. Основної уваги, яку приділено в даній роботі, заслуговує електроінструмент класу ІІІ. Згідно з пп. 6.7.1 ПБЕ, це електроінструмент, розрахований на номінальну напругу не вище 42 В. У нього ні внутрішні, ні зовнішні кола не перебувають під іншою напругою. При цьому, в даному підпункті Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів сказано, що електроінструмент класу ІІІ призначено для живлення від безпечної наднизької напруги.

Перевагою використання такого електроінструменту є його автономність, тобто відсутність потреби в джерелі електричного струму 220 або 380 В для живлення. Також, важливо відміти, що даний електроінструмент є безпечним для користування з точки зору безпеки від ураження електричним струмом. Недоліком такого інструменту вважається обмежений рівень заряду АКБ, що, потребує використання мережі 220 В з метою їх зарядки.

Згідно з пп. 6.7.4 ПБЕ, електроінструмент класів ІІ і ІІІ не заземлюють. Також, необхідно доповнити, що згідно з пп. 6.7.6 ПБЕ, до роботи з електроінструментом ІІ і ІІІ класу достатньо І групи з електробезпеки. Наостанок, необхідно підкреслити, що у відповідності до пп. 6.7.10 ПБЕ електроінструментом класів ІІ і ІІІ дозволяється працювати без застосування індивідуальних засобів захисту в приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом.

Однак, перераховані вище пункти нормативної документації стосуються використання засобів індивідуального захисту від ураження електричним струмом. Якщо вести мову про

загальні вимоги до техніки безпеки, то важливо використовувати засоби індивідуального захисту з метою захисту персоналу від рухомих частин інструменту, що обертаються, від гострих поверхонь, шуму, пилу, вібрації та побічних частин матеріалу, що може бути виділеним під час роботи його обробки електроінструментом. Нижче, на рисунку 1, показано використання таких ЗІЗ при користуванні електроінструментом класу III.



Рисунок 1. Використання ЗІЗ при користуванні електроінструментом класу III

Таким чином, засоби індивідуального захисту при роботі з електроінструментом використовуються не лише з метою захисту від ураження електричним струмом, а і з метою захисту від рухомих обертових частин інструменту, гострих поверхонь, шуму, пилу та вібрацій. Електроінструмент класу III, в даному випадку, є найбільш безпечним з точки зору небезпеки ураження електричним струмом. Проте, засоби індивідуального захисту від механічної дії інструменту є обов'язковими для використання при користуванні ним.

УДК 621.311

Діденко С.М., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ І ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Електричне навантаження об'єкту являє собою в основному однофазне навантаження. Потужність кожного електроприймача незначна, у зв'язку з цим в електричній мережі при правильному угрупованню приладів можна досягти досить рівномірного навантаження по фазам (з не симетрією не більше 5-10%).

Характер навантаження рівномірний, але його значення змінюється в залежності від часу доби, часу року і деяких інших причин. Частота струму загально прийнята, що дорівнює 50 Гц. Напруга мережі 380 і 220 В.

Електроспоживачі по режиму роботи підрозділяються на три основних режими: тривалий режим, короткочасний режим і повторно - короткочасний режим. Всі електроприймачі працюють в тривалому або короткочасному режимах. У відношенні заходів безпеки усі електроустановки, що працюють, з глухозаземленою нейтраллю.

Розрахунок електричного навантаження на проводиться для кожного приміщення і для кожного типу електроприймача окремо. За вихідними даними визначається номінальна активна потужність приймача електроенергії.

Для установок, що працюють в тривалому режимі, так як $P_B=100\%$ для всіх електроприймачів:

$$P_{\text{усті}} = P_{\text{номі}} \times n_{\text{епі}}, \text{ кВт} \quad (1)$$

де $n_{\text{епі}}$ – кількість електроприймачів одного типу (для кожної будівлі об'єкта), шт;

$P_{\text{номі}}$ – потужність електроприймача, кВт.

Розрахункова потужність електроприймача, визначається за формулою,

$$P_{pi} = P_{pi\text{ уст}} \times K_{B_i} \times K_{п_i}, \text{ кВт} \quad (2)$$

де K_{B_i} – коефіцієнт використання електроприймача (групи електроприймачів),

$K_{п_i}$ – коефіцієнт попиту групи електроприймачів.

Обидва коефіцієнта визначаються для кожного електроприймача (групи електроприймачів).

Реактивна потужність визначається за формулою, кВар:

$$Q_{pi} = P_{pi} \times \operatorname{tg}(\varphi_i) \quad (3)$$

Повна потужність знаходиться з виразу, кВА:

$$S_{pi} = \sqrt{P_{pi}^2 + Q_{pi}^2} \quad (4)$$

Розрахунковий струм електроприймача, визначається за формулою, А:

$$I_{pi} = \frac{S_{pi} \times 10^3}{U_{ном}} \quad (5)$$

де $U_{ном}$ – напруга електроприймача (групи електроприймачів).

Подібна методика використовується для визначення особливостей електропостачання будь яких об'єктів. Для проведення дослідження аналізу використання відновлювальних джерел енергії пропонується її застосовувати для приватних домогосподарств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Охоткин, Р.П. Методика розрахунку потужності сонячних електростанцій / Г. П. Охоткин. // Вісник Чуваського університету. – Чебоксари, 2013.
2. Шевцов А. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в Україні у світлі нових європейських ініціатив.
3. Петрук В.Г. Аналіз сучасного стану альтернативної енергетики та рекомендації по екологізації паливно-енергетичного комплексу України. Матеріали II-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. (Вінниця, 2014).

УДК 621.316.54

Кривошеев Я.О., магістрант, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ СТАТІ ДОБОВИХ КУРЧАТ

Сучасне птахівництво є однією з базових галузей агропромислового комплексу, що забезпечує населення високоякісними білковими продуктами. Для підприємств яєчного напрямку надзвичайно важливо забезпечити точне визначення статі добових курчат, адже лише самки беруть участь у подальшому виробництві.

На більшості українських птахофабрик, зокрема і на Косівщинській птахофабриці (ТОВ «АВІС-Україна»), процедура визначення статі досі виконується вручну за допомогою морфологічного огляду (вент-сексинг). Такий метод характеризується низькою продуктивністю, вимагає високої кваліфікації персоналу й створює стрес для пташенят. Крім того, він не відповідає сучасним європейським вимогам гуманного ставлення до тварин. Тому актуальним завданням є пошук автоматизованих, неінвазивних і високоточних технологій, які забезпечують швидкість, точність і гуманність процесу.

Мета дослідження - проаналізувати сучасні методи визначення статі добових курчат, оцінити їх ефективність, технічну складність і можливість впровадження в умовах українських птахофабрик.

Проведений аналіз показав, що існують чотири основні групи методів:

1. Морфологічні (вент-сексинг, колір пір'я) - найпоширені, але неточні.
2. Біохімічні (гормональний та спектральний аналіз) - вимагають лабораторних умов.

3. Генетичні (ДНК-тестування) - точні, але дорогі та непридатні для масового використання.
4. Інноваційні (візуалізаційні, з використанням AI) - забезпечують швидкість і точність без контакту з пташеням.

Особливу увагу привертає метод магнітно-резонансної томографії (MRI) у поєднанні з алгоритмами штучного інтелекту (AI). Компанія Orbem GmbH (Німеччина) успішно застосовує технологію in-ovo sexing, що дозволяє визначати стать ембріону ще до вилуплення, без порушення шкаралупи.

Порівняльний аналіз методів (табл. 1) показав, що технологія MRI + AI забезпечує найкраще співвідношення швидкості, точності та гуманності.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз методів

Метод	Точність, %	Швидкість, яєць/год	Інвазивність	Масштабованість
Вент-сексинг	85–90	600–800	Висока	Середня
Генетичний	99	<100	Висока	Низька
Біохімічний	95	400–600	Середня	Низька
MRI + AI	98–99	20 000	Відсутня	Висока

Висновки. Існуючі традиційні методи визначення статі добових курчат є неефективними для сучасного промислового птахівництва. Інноваційна технологія MRI + AI забезпечує точність до 99 %, високу швидкість обробки та повну гуманність процесу. Її впровадження на українських птахофабриках, зокрема на «Косівщинській», створює передумови для підвищення ефективності, автоматизації та конкурентоспроможності галузі.

УДК 621.316.54

Остапенко В.С., студент, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна

АНАЛІЗ МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У СИСТЕМІ ВИДОБУТКУ ДИФУЗІЙНОГО СОКУ

Підвищення ефективності процесу дифузії цукрози з бурякової стружки є одним із головних напрямів розвитку сучасної цукрової промисловості. Незважаючи на удосконалення конструкцій дифузійних апаратів, зберігаються втрати цукрози, зниження якості соку та перевитрати енергії через нерівномірність подачі сировини й неузгодженість механіко-технологічних процесів.

У наукових роботах розглядаються питання підвищення ефективності дифузійного процесу за рахунок удосконалення конструкції апаратів, гідродинаміки руху сировини та впровадження автоматизованих систем керування. Водночас залишаються невирішеними питання оптимізації швидкісних і температурних режимів, синхронізації роботи шнеків та покращення умов тепломасообміну між буряковою стружкою і водою.

Метою дослідження є аналіз механіко-технологічних процесів системи видобутку дифузійного соку з метою визначення напрямів підвищення енергоефективності та стабільності процесу за рахунок удосконалення електромеханічного приводу і системи керування.

Система дифузійного видобутку соку складається з послідовних апаратів, що забезпечують поступовий обмін речовин між буряковою стружкою та дифузійним соком.

Головними механіко-технологічними параметрами є:

температура води,

- тривалість контакту,
- швидкість руху шнека,
- густина стружки,
- гідравлічний тиск у системі.

Порушення балансу цих параметрів призводить до погіршення умов дифузії, зниження концентрації цукрози в соку та збільшення втрат сухих речовин. Особливе значення має ста-

білізація руху стружки в похилому дифузійному апараті. Для цього використовується шнековий механізм, електропривід якого забезпечує регульовану швидкість обертання в залежності від навантаження. Використання частотно-регульованого електроприводу дозволяє автоматично підтримувати необхідний технологічний режим і запобігати перевантаженням. Розрахунки показують, що застосування частотного регулювання дає можливість знизити питомі витрати електроенергії на 20–25 %, покращити рівномірність подачі стружки та підвищити стабільність температурного режиму. Удосконалення механіко-технологічних процесів також включає оптимізацію геометрії шнека, контроль вологості сировини та інтеграцію датчиків у систему автоматичного керування для моніторингу стану обладнання в реальному часі.

Висновки. Аналіз показав, що ключовими напрямками підвищення ефективності процесу видобутку дифузійного соку є оптимізація швидкісних режимів шнека, вдосконалення конструкції апарату, впровадження частотно-регульованого електроприводу та інтелектуальних систем керування. Реалізація цих заходів дозволяє підвищити вихід цукрози, зменшити енерговитрати та забезпечити стабільність технологічного процесу.

УДК 621.316.06

Платонов А.А., магістрант, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, м.Суми, Україна

НАДІЙНІСТЬ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗАКЛАДІВ ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

Сучасна електроенергетика переживає важливі зміни, зокрема у сфері електропостачання закладів дошкільної освіти, які потребують надійного живлення для забезпечення безпеки дітей. Існуюча система електропостачання в місті Суми характеризується централізованою схемою, яка має свої обмеження в гнучкості та можливостях моніторингу. Основні проблеми полягають у недостатній адаптації до змінних умов, відсутності автоматизованих систем для переключення на резервні джерела живлення та моральному старінні обладнання. Ці фактори значно впливають на тривалість та частоту відключень електроенергії, особливо в умовах воєнного стану. Для систем електропостачання закладів дошкільної освіти критично важливими є показники тривалості та частоти перерв електропостачання. Крім того, заклади дошкільної освіти не мають достатньої інформації про стан електропостачання, що ускладнює реагування на аварійні ситуації. Відсутність систем накопичення енергії робить їх залежними від централізованого постачання, що підвищує ризики під час аварій. Потреба в інтеграції новітніх енергоефективних технологій стає вкрай актуальною. У підвальних приміщеннях закладів, які виконують функції укриттів, постійне електропостачання є критично важливим для забезпечення безпеки людей. В підсумку, для покращення надійності системи необхідні інвестиції у модернізацію електромереж та впровадження сучасних технологій управління. Рішення цих проблем має стати пріоритетом для забезпечення безпеки та благополуччя дітей.

Надійність системи електропостачання визначається як властивість системи безперервно забезпечувати споживачів електричною енергією відповідної якості протягом заданого періоду часу при нормальних умовах експлуатації. Кількісна оцінка надійності здійснюється через систему показників, що включають ймовірність безвідмовної роботи, середній час безвідмовної роботи, інтенсивність відмов та коефіцієнт готовності системи. Цей показник є важливим аспектом в управлінні системами. Вона дозволяє визначити ефективність і стабільність роботи технічних систем.

Основним показником безвідмовної роботи є *ймовірність*, яка характеризує ймовірність безвідмовної роботи системи протягом певного часу. Він є критично важливим для забезпечення довготривалої експлуатації технічних пристроїв.

Середній час безвідмовної роботи (MTBF) визначає середній період, протягом якого система функціонує без відмов. Це поняття дозволяє оцінити надійність системи в цілому та передбачити можливі ризики. Інтенсивність відмов — це показник, що відображає частоту ви-

никнення відмов у системі, і дозволяє виявити проблеми в експлуатації.

Коефіцієнт готовності системи є ще одним важливим показником, який відображає відношення часу, коли система є працездатною, до загального часу, доступного для її роботи. Цей коефіцієнт дозволяє оцінити, наскільки система готова до виконання своїх функцій у будь-який момент. Всі ці показники взаємопов'язані і їх аналіз дозволяє здійснити комплексну оцінку надійності.

Висновки. Використання цих показників в системі управління допомагає знизити ймовірність відмов і покращити загальну продуктивність. Загалом, кількісна оцінка надійності є ключовим елементом для досягнення високих експлуатаційних характеристик систем. Систематичний підрахунок цих показників дозволяє виявляти слабкі місця та оптимізувати процеси для підвищення надійності. Таким чином, ретельна аналітика та контроль за показниками надійності веде до покращення ефективності роботи технічних систем.

УДК 621.311

Редько Є.М., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВ

Використання сонячних електростанцій для бізнесу перетворилося зі "зеленої" ініціативи на стратегічну економічну необхідність. Основна мета комерційної СЕС – не продаж енергії, а максимальне покриття власного споживання та забезпечення енергетичної безпеки.

Ключові економічні переваги:

- Значна економія: Підприємства, як правило, зменшують витрати на електроенергію на 30-70%, що суттєво знижує собівартість продукції.
- Фіксація витрат: Після окупності (в середньому 3-5 років) вартість електроенергії для підприємства стає майже нульовою, захищаючи бізнес від постійного зростання комерційних тарифів.
- Додатковий дохід: Надлишок згенерованої енергії може продаватися в мережу (за механізмом "зеленого" тарифу або Net Billing), перетворюючи СЕС на актив.

Все це потребує вирішення певних технічних особливостей, а також та вибір типу СЕС. Для підприємств найчастіше обирають три конфігурації:

- Мережеві СЕС (Grid-Tied):

Призначення: Тільки для економії, працює виключно за наявності зовнішньої мережі.

Особливість: Оснащуються Smart Meter (обмежувачем генерації), який запобігає несанкціонованому перетіканню надлишків у загальну мережу, якщо немає договору на продаж.

- Гібридні СЕС (Hybrid):

Призначення: Економія + Автономність.

Особливість: Мають акумуляторні батареї, що дозволяє забезпечити резервне живлення критичного обладнання (сервери, виробничі лінії) під час відключень електроенергії.

Розміщення: Більшість комерційних СЕС встановлюються на дахах (складів, логістичних центрів), оскільки це економить площу та спрощує погодження.

Встановлення сонячних електростанцій на підприємства потребує значних викликів, а також має певні свої особливості, що перераховані нижче:

- Залежність від часу: Ефективність СЕС безпосередньо залежить від сонячної активності. Підприємства можуть оптимізувати свої процеси, переносячи енергоємну роботу на денний час для максимального використання власної генерації.

- Юридична простота: Для станцій під власне споживання процедура встановлення є значно простішою, оскільки не вимагає ліцензування та складних процедур "зеленого" тарифу.

- Імідж: Впровадження СЕС підкреслює екологічну відповідальність компанії, що позитивно впливає на її репутацію серед партнерів та споживачів.

Врахування всіх цих особливостей дає можливість виконання забезпечення електроенергією в періоди відключення електроенергії. При цьому необхідною умовою є врахування загальної потужності електрообладнання підприємства. Зазвичай повністю забезпечити електроенергією всі процеси на підприємстві мало коли вдається, тож в основному виокремлюють критично важливі процеси і підтримують саме їх.

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

Юрченко О.Ю., PhD, доцент, СНАУ, Суми, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ З'ЄДНАННЯ ПРОВІДНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ В ЩИТАХ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ

Реалізація схем електричних принципів для керування роботою електричних двигунів відбувається в електричних щитах. Загалом, класичною і найбільш простою для прикладу керування роботою електричного двигуна є схема прямого пуску. Однак, з метою керування обертанням валу як в одному напрямку, так і в зворотному, використовують схему реверсу. З'єднання контактів кола керування в таких схемах реалізується перемичками від входу з одного контакту на вхід другого і т.д.

Виконаного з'єднання в т. 2 схеми електричної принципової реверсу електричного двигуна згідно рисунком 1 необхідно виконувати з виходу кнопки «Стоп» на вхід кнопки «Пуск 1», звідки провідники підключаються на вхід блок-контакту першого режиму роботи, потім на вхід кнопки «Пуск 2», потім на вхід блок-контакту режиму роботи 2 і т. д. Приклад такого з'єднання показано на рисунку 1.

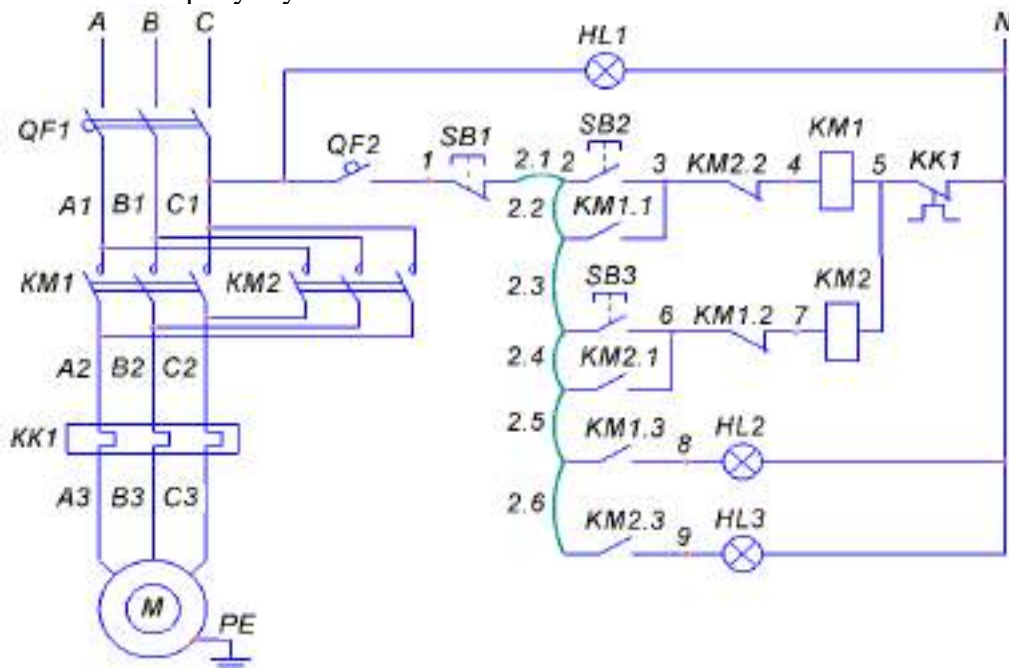


Рисунок 1. Виконання з'єднання контактів електричних пристроїв в т. 2

Важливо підкреслити, що з'єднання провідників електричного струму на указаному проміжку є можливість реалізувати іншим способом. Такий спосіб є дозволеним нормативною документацією. Зокрема, пп. 2.1.53 ПУЕ зобов'язує виконувати з'єднання, відгалуження та окінцювання жил проводів і кабелів за допомогою:

- опресовування;
- зварювання;
- паяння;
- стискних пристроїв (гвинтових, болтових тощо) з урахуванням вимог чинних інструкцій, затверджених в установленому порядку.

Не рекомендованим є застосування паяння для з'єднання провідників силових кіл.

Тому, згідно з нормативною документацією, виконання з'єднання контактів електроустаткування можна виконувати шляхом опресовування провідників електричного струму. Слід підкреслити, що для виконання з'єднання кількох контактів, як це показано на рисунку 1 схеми електричної принципової реверсу електричного двигуна, є можливість застосування з'єднання кількох провідників в один з використанням методу опресовування. Тобто, використовуючи втулковий наконечник та спеціальний інструмент для зняття ізоляції з провідників та опресовування наконечників є можливість здійснення надійного та якісного з'єднання провідників з метою підключення одного з них на виході з кнопки «Стоп» та на вхід контактів:

- кнопки «Пуск 1»;
- блок-контакту першого режиму роботи;
- кнопки «Пуск 2»;
- блок-контакту другого режиму роботи;
- нормально відкритого контакту з метою підключення сигнальної арматури про сигналізацію режиму роботи 1;
- нормально відкритого контакту з метою підключення сигнальної арматури про сигналізацію режиму роботи 2.

Приклад виконання такого способу з'єднання провідників показано на рисунку 2. В даному випадку представлено опресовування кількох нейтральних провідників в одну точку з'єднання з метою підключення нейтрального провідника для сигнальної арматури.

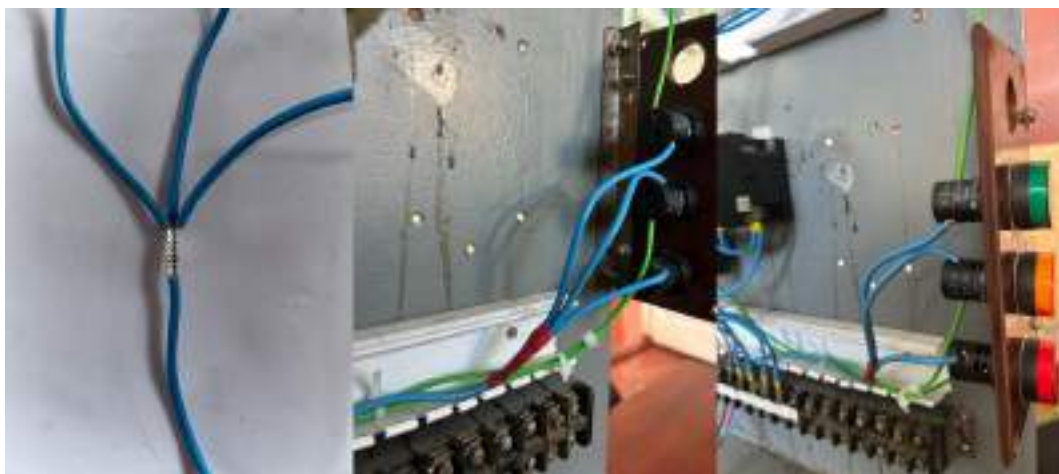


Рисунок 2. З'єднання провідників методом опресовування

Таким чином, якісне виконання робіт полягає в забезпеченні устаткування належним виконання контактних з'єднань. Однак, важливо підкреслити, що порівняно менше заповнення кабель-каналів електричного щита має свої переваги з точки зору естетичності та економії провідникового матеріалу. Тому, на прикладі з'єднання кількох провідників в одній точці показано можливість здійснення якісного електромонтажу у відповідності до нормативної документації.

АВТОМАТИЗОВАНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Сучасний розвиток технологій у сфері безпілотних літальних апаратів (FPV-дронів) потребує створення високотехнологічних майстерень із стабільним, надійним та енергоефективним електропостачанням. З огляду на зростання вартості традиційних енергоносіїв, часті перебої в енергомережі та необхідність забезпечення екологічної стійкості, актуальним є впровадження автономних систем енергозабезпечення на основі відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячних панелей.

Майстерня з виготовлення та ремонту FPV-дронів характеризується значним споживанням електроенергії через використання паяльних станцій, 3D-принтерів, блоків живлення, стендів тестування та зарядних пристроїв для акумуляторів. Тому питання розробки власної системи електропостачання на базі сонячних панелей є не лише економічно доцільним, але й стратегічно важливим для підвищення енергетичної незалежності та безперебійної роботи виробництва.

Використання сонячних енергетичних автоматизованих систем дозволяє забезпечити безперервне живлення технологічного обладнання, знизити експлуатаційні витрати та сприяти розвитку екологічно чистих технологій.

Основним дослідженням є проектування ефективної системи електропостачання майстерні з виготовлення та ремонту FPV-дронів із використанням сонячних панелей, яка забезпечить автономність, надійність і економічну доцільність енергоспоживання.

Для досягнення поставленої цілі були виконані такі наукові аспекти:

1. Провели аналіз енергоспоживання майстерні та визначити основні групи електричних навантажень.
2. Дослідили технічні характеристики сучасних фотоелектричних модулів, контролерів заряду, інверторів та акумуляторних батарей.
3. Розробили схему електропостачання майстерні з урахуванням автономного та резервного живлення.
4. Виконали розрахунок потужності сонячної установки, необхідної для забезпечення добового споживання електроенергії.
5. Провели техніко-економічне обґрунтування ефективності системи та визначити термін її окупності.
6. Розробили рекомендації щодо впровадження та експлуатації автономної системи електропостачання в умовах виробничої майстерні.

Вперше для умов майстерні з виробництва FPV-дронів розроблено комплексний підхід до проектування автономної енергосистеми, який враховує специфіку технологічних навантажень і добові цикли споживання; включає енергетичний аналіз споживання електроенергії, методи інженерних розрахунків, техніко-економічне порівняння варіантів систем електропостачання, а також комп'ютерне моделювання автоматизації режимів роботи сонячної енергосистеми.

Наукова новизна полягає у створенні гібридної системи, яка поєднує сонячну генерацію, акумуляторне накопичення енергії та мережеве резервування. Запропонована структура забезпечує безперервність живлення та мінімізацію втрат енергії в умовах змінної інтенсивності сонячного випромінювання.

Практичне значення полягає в можливості використання результатів даної роботи при облаштуванні сучасних виробничих і сервісних лабораторій, які потребують безперебійного електроживлення. Запропонована система може бути реалізована в умовах малого бізнесу або навчальних центрів для зменшення залежності від зовнішніх енергомереж та зниження експлуатаційних витрат.

Виконане проектування системи електропостачання майстерні з виготовлення та ремонту FPV-дронів із застосуванням сонячних панелей довело технічну та економічну доцільність

впровадження відновлюваних джерел енергії у виробничу військову сферу. Розрахунки підтвердили, що використання фотоелектричних систем дозволяє забезпечити стабільне живлення технологічного обладнання, скоротити витрати на електроенергію та зменшити вплив на довкілля.

У перспективі реалізація запропонованої системи сприятиме розвитку автономних енергетичних комплексів, розширенню використання екологічно чистих технологій та підвищенню енергетичної незалежності малих підприємств в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. **International Renewable Energy Agency (IRENA).** (2023). *Innovation Outlook: Solar Photovoltaics*. Abu Dhabi: IRENA.
2. **Boretti, A., Castelletto, S., & Alhasan, F.** (2023). *Energy optimization of solar-powered workshops for unmanned aerial vehicle (UAV) applications*. *Energy Conversion and Management*, 288, 118–624. DOI: 10.1016/j.enconman.2023.118624
3. **Raza, M., Nadarajah, M., & Ekanayake, C.** (2022). *Design and performance evaluation of standalone solar PV microgrids for technical facilities*. *Renewable Energy*, 196, 221–234. DOI: 10.1016/j.renene.2022.06.032

Козін В. М., к.т.н., доцент, Кузьминська А. О., магістрант, СНАУ, Суми, Україна Сумський НАУ

ДИМІНГ – СУЧАСНИЙ МЕТОД ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У СИСТЕМАХ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

Сучасні системи зовнішнього освітлення розвиваються у напрямку керованих LED-рішень із телеметрією та динамічними алгоритмами регулювання світлового потоку, а уніфіковане нормативне поле, сформоване гармонізованою серією ДСТУ EN 13201, дозволяє проєктувати та експлуатувати мережі освітлення так, щоб досягати цільових показників і одночасно мінімізувати питомі витрати електроенергії.

Енергоефективність системи зовнішнього освітлення визначається не лише світловіддачею світильника, а й відповідністю класу освітлення, рівномірністю, контрольованістю осліплювальної дії та якістю електроенергії. Відповідно до діючої нормативної класифікації такі системи поділяють на класи М, С і Р залежно від умов експлуатації дорожнього покриття. Коректна класифікація є критичною, адже безпосередньо впливає на вибір величини необхідного світлового потоку, а отже – на встановлену потужність, річне споживання та розмір резервів для керування. Димінг визначається як кероване зменшення світлового потоку від номінального рівня з метою адаптації до поточних потреб і фонові освітленості довкілля за умови збереження нормативної відповідності обраному класу. Для LED-джерел освітлення зниження струму або ШІМ-регулювання призводить до майже пропорційного зменшення споживаної потужності, покращує тепловий режим і, як наслідок, ресурс світлодіодних модулів та їх драйверів. На практиці застосовують астрономічні профілі і адаптивні схеми зі зворотним зв'язком за датчиком трафіку або присутності, освітленості або телеметричними уставками. Використовують аналогові (0–10 V) або цифрові (DALI-2/D4i) інтерфейси керування світильниками, що визначають профілі кривих димінгу або функцію постійного світлового потоку. Для мережевого доступу використовують сегментні контролери і вузли зв'язку (PLC, LoRaWAN, NB-IoT) з технологіями кіберзахисту. Таке поєднання дозволяє отримати ефект енергозбереження без зміни проєкту системи.

Метод енергозбереження з використанням димінгу полягає в узгодженні добових і сезонних графіків трафіку із класами освітлення з урахуванням нормативних обмежень світлотехнічних параметрів. У вечірній час потенціал димінгу менший, але уночі на магістралях і другорядних вулицях доцільні істотні зменшення заздалегідь заданих параметрів, за якими

працює система керування освітленням за умови дотримання мінімальних значень яскравості, освітленості та їх рівномірності. Для житлових і рекреаційних зон, а також набережних профілі димінгу відрізняються – пріоритетними є комфорт, безпека енергооб’єктів та вимоги систем відеоспостереження. У таких випадках доречно додатково встановлювати сенсори присутності і локального підсилення рівнів під час виявлення будь-якої активності. Для нерегульованих пішохідних переходів рекомендується практика адаптивних підсвічувань від сенсорів руху з підняттям яскравості під час появи пішохода. Такі алгоритми спираються на розрахункові обмеження системи димінгу.

Порівняно з альтернативними заходами, що потребують капітальних вкладень (заміна опор, перегляд геометрії, повна реновація світлотехніки), димінг має перевагу масштабованості та оперативності. Його можна впроваджувати поверх наявних LED-світильників і драйверів з підтримкою аналогових або цифрових інтерфейсів керування, забезпечивши по годинну адаптацію режимів із прив’язкою до трафіку, погодних умов та локальних подій. Додатково профілі димінгу зменшують пікові навантаження на підстанції та комутаційні апарати, поліпшують показники якості електроенергії на відгалуженнях, для автономних рішень із використанням фотоелектричних модулів – прямо зменшують необхідну встановлену їх потужність, підвищують запас автономної роботи акумуляторних батарей.

Ефективність димінгу невіддільна від коректного вибору світлотехніки. Світильники з раціонально підбраною оптикою (асиметричним розподілом під задану ширину проїзної частини, раціонально обраною висотою підвісу та кроком опор) забезпечують нормативні рівні при нижчому вихідному світловому потоці, а функція підтримання його постійним усуває завищення рівнів внаслідок деградації світлового модуля з часом.

Надійність і якість електроенергії накладають обмеження, що визначають сталу роботу мереж з димінгом. Для драйверів LED світильників чутливими є імпульсні перенапруги та коливання напруги, тому координація пристроїв захисту від імпульсних перенапруг (ПЗП) у світлових точках і шафах керування, блискавкозахист опор, селективність захистів і контроль падінь напруги на лініях – обов’язкові елементи модернізації. Запровадження телеметрії дозволяє не лише керувати профілями димінгу, а й вести журнал подій, відслідковувати параметри якості електроенергії, прогнозувати відмови та організувати періодичне обслуговування.

Практичні ефекти димінгу доповнюються зменшенням термічних навантажень і подовженням ресурсу світильників та драйверів, що знижує непрямі експлуатаційні витрати. Водночас енергетичний ефект неможливо гарантувати без технологічної дисципліни: підтвердження мінімальних рівнів димінгу розрахунком і вимірюваннями, підтримання якості електроенергії відповідно до ДСТУ EN 50160, координації ПЗП і використання селективних захистів.

УДК 621-316-72

Кравченко В.О., к.ф.-м.н., доцент, Рясна О.В., магістрант, Лисенко В.В., завідувачка навчально-методичного кабінету, СНАУ, Суми, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТАНЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТОКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

На сучасному етапі економічного розвитку України питання енергетичної безпеки та підвищення енергоефективності належать до ключових пріоритетів державної енергетичної політики. Хоча цей напрям потребує значних фінансових і ресурсних вкладень, складна ситуація із забезпеченням енергоносіями стимулює активніше впровадження альтернативних джерел енергії. Підвищення вартості енергоносіїв, поступове вичерпання традиційних ресурсів — нафти, газу, кам’яного та бурого вугілля — а також обмежені можливості розширення атомної й гідроенергетики спонукають звертати увагу на використання альтернативних енергоресурсів, таких як деревина та її відходи, біопаливо, торф, горючі сланці, бітуми, нетради-

ційні гази, а також енергія вітру, сонця, геотермальне тепло та біосинтез [1]. У Законі України «Про альтернативні джерела енергії» визначено, щодо альтернативних джерел належать відновлювані енергоресурси, серед яких — сонячна, вітрова, геотермальна, гідротермальна, аеротермальна енергія, а також енергія хвиль, припливів, гідроенергія, біомаса, газ із органічних відходів, газ каналізаційно-очисних станцій, біогаз та інші. До вторинних енергетичних ресурсів віднесено доменний і коксівний гази, метан, отриманий під час дегазації вугільних родовищ, а також енергію, що утворюється в результаті використання скидного потенціалу технологічних процесів.

У сучасних умовах діяльності багато автономних систем національної економіки стикаються з труднощами щодо покриття витрат на закупівлю традиційних енергоносіїв [1], що підсилює необхідність переходу до більш доступних і екологічно безпечних альтернативних джерел енергії.

Підприємства, заклади медицини, освіти в Україні часто стикаються з труднощами у покритті витрат на придбання енергоресурсів. Як зазначають науковці, основний обсяг виробництва електроенергії в державі забезпечується за рахунок роботи атомних і теплоелектростанцій, тоді як у провідних країнах світу активно впроваджуються інноваційні технології з використання та розвитку альтернативних джерел енергії.

Отже, впровадження в автономні системи практики застосування відновлюваних енергоресурсів є не лише важливою умовою підвищення економічної безпеки, конкурентоспроможності та соціальної відповідальності, а й одним із ключових чинників євроінтеграційного розвитку України.

При дослідженні питань, пов'язаних з оптимізацією структури енергетичних потоків, використовується системний підхід при виборі рішень, в якому об'єкт розглядається як складна система, що складається з безлічі елементів, та робота кожного елемента оптимізується з урахуванням його зв'язку з іншими елементами та впливу [2] на роботу об'єкта загалом. Розв'язання задачі оптимізації здійснюється за допомогою аналітичних та чисельних методів. При оптимізації структури енергетичних потоків автономного енергокомплексу одним із основних завдань є визначення такого рівня використання енергоресурсів, за якого домінуючий економічний критерій – питомі енерговитрати – сягає мінімуму [2]. При цьому враховуються необхідні в кожному конкретному випадку обмеження та дотримуються всіх умов сумісності при порівнянні різних варіантів енергопостачання та енерговикористання. Використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії може розглядатися як самостійна частина загальної системи електропостачання. При цьому слід враховувати, що сонячна енергія (за існуючих умов та технічно-досліджувального вирішення) може виробляти електричну та теплову енергію, вітрова енергія – електричну та механічну (наприклад, водопідйом). Системи з використанням нетрадиційних відновлюваних джерел енергії виключають елементи, пов'язані з добуванням, транспортуванням та переробкою органічного палива та відсутністю викидів в атмосферу [3].

До недоліків відноситься циклічний характер надходження енергії від ВЕУ та СЕС протягом року, сезону та доби. Отже, використання цих джерел енергії буде накладати певні обмеження, пов'язані з нерівномірністю подачі енергії в часі. У зв'язку з цим необхідно вирішувати задачу про раціональне співвідношення між різними джерелами енергії під час електропостачання споживачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Магійович І. Альтернативна енергетика: проблеми та перспективи розвитку. Аграрна економіка. 2012. Т. 5, № 1–2. С. 111–116.
2. Івченко Н. М. Сутність альтернативної енергетики та специфіка її застосування в економіці України. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент. 2015. Вип. 14. С. 210–213
3. Клопов І. О. Техніко- економічні засади використання альтернативних джерел енергії. Проблеми системного підходу в економіці. 2017. Вип. 1. С. 137–143.

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ЗАПИЛЕНОСТІ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Основними причинами запиленості сонячних панелей є пил, бруд і пилок (особливо в сільській місцевості або біля джерел забруднення, таких як дороги та промислові підприємства), а також органічні речовини (пилок, спор грибів, листя), які осідають на поверхні панелі, особливо навесні та восени. Крім того, на забруднення впливає кут нахилу та орієнтація панелей, що визначають ефективність самоочищення дощем, а також погодні умови та сезонність.

Фактори, що спричиняють запилення:

- Пил і бруд: Накопичення пилу, бруду та інших частинок на поверхні панелей знижує їхню ефективність, оскільки вони заважають сонячним променям потрапляти на фотоелементи.
- Органічні забруднення: Весною та восени на панелі осідає пилок, спор грибів, листя та інші органічні речовини, які також знижують ефективність роботи.
- Розташування: Місцевість відіграє важливу роль. Панелі, розташовані поблизу промислових зон, будівельних майданчиків, цементних заводів, кар'єрів або жвавих автомагістралей, забруднюються значно швидше.
- Сезонність та погодні умови: Погодні умови можуть як сприяти, так і зменшувати забруднення. Наприклад, дощ може змивати бруд, а часті опади чи сніг можуть накопичувати забруднення.
- Кут нахилу та орієнтація: Кут нахилу сонячних панелей впливає на те, як ефективно дощ змиває забруднення. Панелі з малим кутом нахилу можуть забруднюватися швидше, ніж панелі з великим кутом нахилу.



Рис. 1. Загальний вигляд забрудненості сонячних панелей

Для запобігання запиленню сонячних панелей необхідно користуватись наступними правилами:

- Правильний вибір місця встановлення: Уникайте встановлення панелей поблизу основних джерел забруднення.
- Використання захисних покриттів: Деякі панелі мають спеціальні покриття, які можуть зменшити накопичення бруду.
- Регулярне очищення: Періодично мийте сонячні панелі, особливо в періоди високого забруднення.
- Контроль за кутом нахилу: Змініть кут нахилу, якщо це можливо, щоб покращити самоочищення.

Використовуючи всі ці правила можна досить легко позбутись загального забруднення але необхідно враховувати і інші особливості, що потребують очищення та миття сонячних панелей.

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 621.316.13

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

ЗАГАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕКЛОУЗЕРІВ

Вакуумне комутаційне обладнання для розподільних мереж 6-35 кВ за останні десятиліття зайняло міцні позиції серійно застосовуваного. Досить сказати, що тільки 6 вітчизняних підприємств декларують серійний випуск вакуумних вимикачів в класі 6-10 кВ.

В першу чергу, цьому сприяли очевидні переваги вакуумних вимикачів такі як вони не потребують обслуговування, високі значення комутаційного і механічного ресурсу, швидкості, надійності.

Мале енергоспоживання і здатність реалізації циклу «швидкого» АПВ стало однією з основних причин які зумовили застосування вакуумних вимикачів в якості основного елемента сучасних засобів автоматизації розподільних мереж.

За кордоном цей клас комутаційних апаратів отримав назву реклоузера (від англійського «reclosure» - повторне включення). Те, що здавалось на перший погляд, незвичним для нас назва нового приладу, по суті, відображає його функціональне призначення.

Для повітряних ліній режим АПВ є одним з основних режимів, що істотно підвищує надійність електропостачання споживача, що дозволяє забезпечити секціонування ПЛ і при необхідності реалізувати мережеве резервування. Здатність реалізації циклу АПВ ПЛ при відсутності оперативних джерел (або обмежень по потужності оперативних ланцюгів), була і залишається серйозною перешкодою для більшості комутаційних апаратів.

Широке застосування вакуумних вимикачів, що вимагають для оперування на порядок менше енергії, дозволило по іншому вирішити проблему підвищення надійності електропостачання споживачів.

До недавнього часу секціонування ПЛ виконувалося із застосуванням роз'єднувачів, що істотно обмежувало застосування сучасних систем телемеханізації і телеуправління при автоматизації розподільчої мережі.

На жаль, вакуумні реклоузери не знайшли поки широкого застосування в вітчизняних електричних мережах 6-10 кВ, в основному через не критичність параметрів надійності електропостачання кінцевого споживача. Разом з тим, досвід експлуатації понад 2 тисяч вакуумних реклоузерів РВА / TEL-15 і РВА / TEL-27 в складі розподільчих мереж країн далекого зарубіжжя доводить високу ефективність застосування комутаційних апаратів даного типу.

На сьогоднішній день основне застосування реклоузери знайшли в складі пунктів секціонування ПЛ. Однак такі апарати добре зарекомендували себе і в якості елемента ВРП, захисних апаратів, пунктів плавки ожеледі, пунктів мережевого АВР.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. M. Salehi and F. Namdari, "Fault classification and faulted phase selection for transmission line using morphological edge detection filter," IET Gener., Transmiss. Distrib., vol. 12, no. 7, pp. 1595-1605, Apr. 2018.
2. L. Olatomiwa, S. Mekhilef, A. Huda and Olayinka S. Ohunakin, Economic evaluation of hybrid energy systems for rural electrification in six geo-political zones of Nigeria. Renewable Energy, vol. 83, pp. 435-446, November 2015.
3. M. Pignati, L. Zanni, P. Romano, R. Cherkaoui, and M. Paolone, "Fault detection and faulted line identification in active distribution networks using synchrophasors-based real-time state

estimation," IEEE Trans. Power Del., vol. 32, no. 1, pp. 381-392, Feb. 2017.

4. Buinyi, R.O., Krasnozhon, A.V., Zorin, V.V., Kvytsynskyi, A.O. Justification for use of voltage class 20 kV in urban electrical networks. Technical Electrodynamics, 2019 (1), pp. 68–71.

УДК 631.3–83:621.313

Шелест М.С., магістрант, СНАУ, м.Суми, Україна

КРИТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ: ВІД ДОМІНУВАННЯ АСИНХРОННИХ МАШИН ДО НЕОБХІДНОСТІ ПЕРЕХОДУ НА PMSM

Ефективність функціонування аграрного сектору критично залежить від надійності та економічності електроприводів, які живлять основні виробничі цикли: від систем зрошення та вентиляції до компресорів і елеваторного обладнання. Сучасна ситуація у більшості сільськогосподарських підприємств характеризується домінуванням традиційних асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором, що є результатом історичних та економічних факторів.

Пастка традиційної економіки

Асинхронні машини роками вважалися золотим стандартом, і не без підстав. Їхня проста та надійна конструкція і, головне, низька початкова вартість робили їх ідеальним вибором для нерегульованих приводів, які працюють у жорстких умовах.

Проте, в умовах постійного зростання цін на енергоносії та потреби в точній автоматизації, ці "плюси" перетворюються на довгострокові економічні мінуси. Ключова проблема асинхронного двигуна - наявність прослизання - є джерелом постійних, неприпустимих енергетичних втрат. Низький ККД, особливо при неповному завантаженні, фактично приховує високі експлуатаційні витрати, що протягом усього терміну служби машини перевищують її початкову вартість у рази.

Зміна парадигми: Чому аграрний сектор потребує синхронних рішень

На відміну від застарілої асинхронної технології, сучасні Синхронні двигуни з постійними магнітами (PMSM) пропонують принципово інший підхід. Ці машини, які вже успішно зарекомендували себе в електротранспорті та високоточній робототехніці, ідеально підходять для подолання енергетичних викликів сільського господарства.

Завдяки вбудованим у ротор постійним магнітам, PMSM усуває необхідність у струмі збудження та, що найбільш важливо, виключає втрати на прослизання. Це забезпечує:

- Неперевершену енергоефективність (клас IE4 і вище): Пряма економія електроенергії, яка в масштабах великих насосних станцій чи зерносушарок стає критичною для фінансової стійкості підприємства.
- Високу точність керування: Синхронний режим роботи дозволяє ідеально інтегрувати двигун із сучасними частотними перетворювачами, забезпечуючи точний контроль швидкості та моменту - основу для впровадження технологій точного землеробства та автоматизації процесів.

Звісно, PMSM має свою плату - вищу початкову вартість і залежність від складнішої електроніки керування. Однак тривалість експлуатації та швидка окупність інвестицій завдяки енергозбереженню повністю нівелюють цей недолік.

Таким чином, для забезпечення конкурентоспроможності та зниження енергетичного навантаження на аграрні підприємства, доцільно розглянути перехід від традиційних асинхронних двигунів до високопродуктивних синхронних двигунів з постійними магнітами (PMSM).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міжнародна електротехнічна комісія (IEC). (2017). IEC 60034-30-1: 2014. Rotating electrical machines – Part 30-1: Efficiency classes of line-operated AC motors (IE code).

Geneva, Switzerland: International Electrotechnical Commission

2. Boldea, I., & Tutelea, L. N. (2019). *Electric Drives and Electromechanical Systems: A Critical Evaluation*. CRC Press.
3. Khaligh, A., & Wu, P. (2017). *Energy Efficiency and Renewable Energy Systems in Sustainable Agriculture: Technologies and Economics*. Academic Press.

УДК 621.311

Чубенко Д.Р., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна

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 переміщається 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. Андріанов 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.

УДК 621.316.93

Пічняк В.О., магістрант, Савойський О. Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ КОРМОПОДРІБНЮВАЧА ШЛЯХОМ ДІАГНОСТИКИ ТА ОПЕРАТИВНОГО ЗАПОБІГАННЯ КРИТИЧНИМ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯМ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Розвиток агропромислового комплексу та інтенсифікація галузі тваринництва зумовлюють потребу у підвищенні надійності, продуктивності та технологічної досконалості машинно-технічних систем. Особливої уваги потребує обладнання для первинної обробки кормів, яке виступає ключовою ланкою у забезпеченні ефективності процесів кормоприготування.

Процес подрібнення кормів займає провідне місце в технологічному циклі їх підготовки, оскільки саме він визначає ступінь біологічної засвоюваності, поживну цінність та однорідність структури кормової маси. Водночас операція подрібнення є однією з найбільш енергоємних серед допоміжних технологічних процесів, на яку припадає близько 25–35 % загальних енергетичних витрат тваринницьких підприємств. Це зумовлює актуальність розроблення й упровадження інноваційних технічних рішень, спрямованих на підвищення енергоефективності та надійності функціонування подрібнювального обладнання.

Робочий процес кормоподрібнювачів характеризується високим ступенем нерівномірності навантаження, що зумовлено неоднорідністю подачі сировини, коливаннями її вологості, міцності та розмірів частинок. Сукупність зазначених факторів призводить до нестабільності моменту опору на валу подрібнювального механізму, що, у свою чергу, спричиняє виникнення значних динамічних навантажень на електропривід.

До критичних експлуатаційних режимів належать раптові перевантаження або заклинювання робочих вузлів, які ініціюють деструктивні перехідні процеси з високою динамікою в електромеханічній системі. Такі процеси супроводжуються коливаннями електричного струму, виникненням перенапруг, термомеханічними деформаціями та підвищеним рівнем вібраційного навантаження. Традиційні системи керування, що характеризуються жорсткими статичними властивостями, не забезпечують своєчасного виявлення подібних збурень і не здатні адекватно реагувати на них. Як наслідок, спостерігається інтенсивніше зношування механічних елементів, зростає ризик аварійних зупинок, а загальна надійність і довговічність агрегату істотно знижується.

Підвищити ефективність роботи кормоподрібнювачів можна шляхом використання регульованих електроприводів, які мають вбудовані алгоритми для діагностики небезпечних режимів роботи. Такі системи забезпечують кращу стійкість до змін навантаження, дають змогу швидко адаптуватися до різних умов подрібнення та запобігати аварійним ситуаціям.

У цьому разі енергоефективність виступає основним показником технічної досконалості, що поєднує економне використання електроенергії, стабільну роботу обладнання та довговічність його механічних вузлів.

Традиційні електроприводи кормоподрібнювачів працюють у постійному режимі без урахування фактичного навантаження чи властивостей сировини, через що відбуваються значні втрати енергії та знижується якість подрібнення. Основними причинами неефективності є робота двигуна на холостому ході або при неповному навантаженні, втрати енергії під час частих запусків і зупинок, невідповідність швидкості подачі сировини реальним умо-

вам подрібнення (залежно від вологості, твердості та розміру частинок), а також відсутність зворотного зв'язку між потужністю двигуна і параметрами технологічного процесу.

Підвищення енергетичної ефективності роботи системи може бути досягнуте шляхом інтеграції регульованого електропривода з інтелектуальною системою діагностики та адаптивного керування, що забезпечує оптимізацію її функціонування за кількома напрямками. Одним із ключових напрямів є застосування частотного регулювання, яке передбачає використання частотних перетворювачів, зокрема серій **ОВЕН ПЧВ** та **Siemens Micromaster**, що забезпечують плавну зміну частоти обертання електродвигуна відповідно до поточного технологічного навантаження. Такий підхід дозволяє уникнути пікових пускових струмів, зменшити амплітуду динамічних навантажень у кінематичній системі приводу, підвищити довговічність його елементів і знизити експлуатаційні витрати.

Другим напрямом є моніторинг електричних і технологічних параметрів, який передбачає реалізацію системи безперервного контролю таких величин, як струм, напруга, температура обмоток, частота обертання та рівень заповнення робочої камери. Отримані дані створюють інформаційну базу для своєчасного виявлення передаварійних режимів, а аналіз миттєвих значень струму, що відображають зміни моменту навантаження, дає змогу формувати діагностичні показники для адаптивного коригування режимів роботи електропривода.

Третім напрямом оптимізації є впровадження адаптивного керування подачею сировини, за якого при збільшенні моменту опору або струму електродвигуна система автоматично знижує швидкість подачі матеріалу, забезпечуючи саморегулювання технологічного процесу, стабілізацію роботи приводу, запобігання критичним перевантаженням і підвищення енергоефективності.

Наступним напрямом є оптимізація режимів роботи за критерієм енергетичної ефективності, що передбачає аналіз співвідношення між споживаною потужністю та фактичною продуктивністю з метою визначення мінімуму питомих енерговитрат. На основі цього формується енергетичний критерій ефективності, який використовується системою автоматичного керування для підтримання роботи електродвигуна в діапазоні оптимальних режимів, що забезпечує максимальну продуктивність при мінімальному енергоспоживанні.

Додатковим напрямом підвищення ефективності є зниження пускових і динамічних навантажень, яке досягається шляхом застосування плавного пуску та зупинки електродвигуна за допомогою частотного регулювання. Це дозволяє суттєво зменшити механічні удари, вібраційні коливання та пов'язані з ними енергетичні втрати, що можуть знижуватися до 20 %, особливо у випадках циклічного режиму роботи кормоподрібнювача.

Останнім напрямом є використання алгоритмів прогнозної діагностики, які базуються на математичних моделях, що описують взаємозв'язки між електричними, механічними та технологічними параметрами процесу подрібнення. Застосування таких алгоритмів дозволяє прогнозувати можливі перевантаження й завчасно коригувати робочі режими системи, підвищуючи її адаптивність і забезпечуючи стабільну роботу електропривода в межах безпечних та енергетично оптимальних режимів.

Отже, впровадження систем предиктивної діагностики та адаптивного керування в регульованих електроприводах кормоподрібнювачів є найбільш перспективним напрямом, оскільки забезпечує значний техніко-економічний ефект, що виражається у зниженні енергоспоживання на 15–25% і підвищенні надійності у 2–3 рази та довговічності механічних вузлів на 30–40%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Братусь, І. М., Кравченко, О. О. *Енергоефективні електроприводи машин і механізмів аграрного виробництва*. — Харків: ХНТУСГ, 2020. — 212 с.
2. Мельник, Р. М. *Оптимізація режимів роботи електромеханічних систем з регульованим електроприводом*. — Тернопіль: ТНТУ, 2020. — 176 с.
3. Іваненко, С. П. *Методи діагностики та прогнозування технічного стану електроприводів*. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. — 198 с.

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ЧЕРЕЗ КОНТРОЛЬ ДЕГРАДАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Деградація сонячних панелей є складним процесом, що поєднує вплив фізичних, хімічних і механічних факторів, які з часом знижують продуктивність фотоелементів. Втрата потужності та ефективності може бути спричинена дією ультрафіолетового випромінювання, високих температур, циклів нагріву та охолодження, проникненням вологи, а також корозією контактів та утворенням мікротріщин. Контроль цих процесів є ключовим завданням для забезпечення тривалої роботи фотоелектричних систем без суттєвого зниження ККД.

Деградація сонячних панелей поступово призводить до зниження їх продуктивності. Це явище спричинено рядом фізичних, хімічних, електричних або механічних процесів. Такі зміни відбуваються весь час, поки працюють сонячні панелі. Деградація – це коли панелі поступово втрачають здатність нормально перетворювати сонячне світло на електрику. Через це зменшується їхня потужність і ефективність, а втрат енергії стає більше.

Згідно з міжнародними стандартами деградація фотоелектричних модулів вважається природним процесом. Цей процес відбувається протягом усього життєвого циклу панелі. Однак інтенсивність цього процесу залежить від великої кількості умов. Наприклад якості матеріалів, технології виготовлення, умов експлуатації та зовнішніх впливів.

Показником деградації є щорічна втрата потужності. Для більшості кремнієвих сонячних панелей втрата потужності становить приблизно 0,5–0,8 % на рік. У разі несприятливих умов (наприклад перегрів, вологість, ультрафіолетове випромінювання, підвищений потенціал тощо) ця величина може збільшуватися.

Проведений аналіз показав, що ефективність роботи панелей значною мірою залежить від якості матеріалів, структури захисного скла, адгезії шарів і стабільності герметизації. Високоякісні полімери та покриття знижують проникність для вологи й газів, зменшують старіння та запобігають окисленню контактних шарів. Особливо важливим є контроль термічних напружень, які призводять до утворення мікротріщин у кремнієвих осередках і прискорюють деградацію.

У роботі обґрунтовано необхідність постійного моніторингу стану сонячних панелей. Використання систем збору даних про струм, напругу, температуру. Розробка алгоритмів раннього попередження на основі цих даних дозволяє не лише подовжити термін служби панелей, а й оптимізувати технічне обслуговування. Встановлено, що поєднання технічного моніторингу з використанням сучасних матеріалів і технологій інкапсуляції забезпечує зниження швидкості деградації на 20–30%. Такий підхід сприяє підвищенню надійності фотоелектричних систем, стабільності виробництва електроенергії та економічної ефективності експлуатації.

Отримані результати можуть бути використані при проектуванні нових сонячних установок, а також під час оцінки стану існуючих систем. Забезпечення контролю деградаційних процесів є основою для підвищення довговічності панелей, їх енергетичної стабільності та стійкості до зовнішніх впливів.

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 ВИБОРУ НЕОБХІДНОГО ТИПУ ІНВЕРТОРА ДЛЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

Інвертор – пристрій для перетворення постійного струму в змінний з зміною величини напруги. Зазвичай являє собою генератор періодичного напруги, за формою наближеного до синусоїди, або дискретного сигналу.

Для отримання змінного струму від сонячної установки або АКБ, доступного споживачеві, використовують інвертори, діляться на три основних типи:

- Мережеві інвертори застосовується в тих випадках, коли сонячна установка подає енергію в основну мережу, припустимо маючи внутрішню мережу підприємства. Зручна функція синхронізації з основною мережею дозволить вчасно відключити подачу електроенергії при зникненні напруги в мережі. Даний тип пристроїв може служити для продажу електроенергії;
- Автономні інвертори використовуються в системах автономного, незалежного живлення, не потребують у зовнішній мережі. Найчастіше інвертори даного типу вже мають контролери заряду, що дозволяють вдень накопичувати енергію, а у відсутності променистої енергії – віддавати її. Вартість автономних генераторів періодичної напруги порівняно висока, однак головною метою тут стає не економія, а енергонезалежність;
- Гібридні інвертори для живлення можуть використовувати як енергію сонячної установки і АКБ, так і основну мережу. В склад генераторів цього типу вже входять контролери заряду, і зарядні пристрої, що дозволяють підключити додаткове джерело енергії при відсутності сонця. Підключення допомагає підзарядити акумулятори завдяки бензиновим або дизельним генераторам, або ВЕУ. Гібридні інвертори володіють високим ККД, позитивно впливає на параметри роботи автономної системи електропостачання на сонячних батареях.

Найбільш розповсюдженими є гібридні інвертори. При виборі інвертора враховується вся сумарна навантаження приладів, що підключаються до інвертора, збільшена, як мінімум, на 30%. Вибраний на цю потужність інвертор дозволить запускати такі електроприлади, як компресорний холодильник, насоси та ін., з пусковими потужностями, в 3-4 рази перевищують паспортний. Так само інвертори поділяються на однофазні, трифазні та однофазні з можливістю підключення трьох таких інверторів в трифазну мережу.

Існують дві основні схеми підключення інвертора. Схема з центральним інвертором і схема з паралельними інверторами представлена на рисунку 1 (а, б).

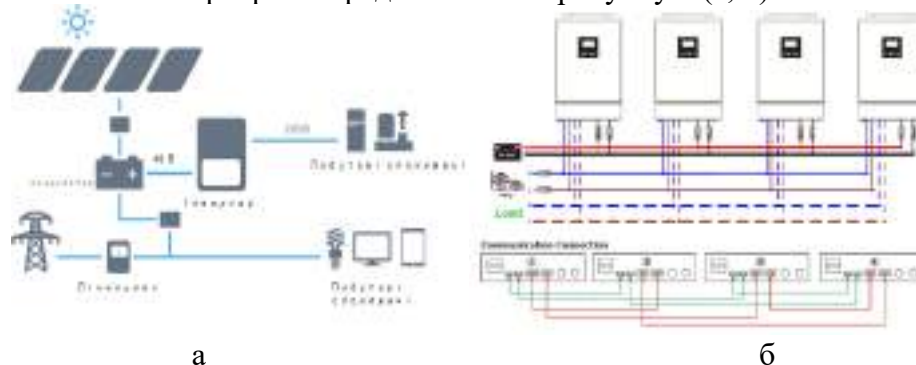


Рис. 1 – Схема підключення з центральним (а) та з паралельними інверторами (б).

Схема з центральним інвертором залишається основним вибором для багатьох середньо і великомасштабних установок. Велика кількість ФЕМ підключені в серії, щоб сформувати високу напругу. Центральний інвертор забезпечує високу надійність і простоту установки. Однак вони мають недоліки: у випадку поломки інвертора (або тривалого ремонту) вся система виходить з ладу, так само є проблеми з узгодженням великого числа ФЕМ (так як вони з'єднані послідовно-паралельно).

Паралельні інвертори забезпечують напругу на рівні номінальної – для послідовно з'єднаних ФЕМ, всіх послідовно з'єднаних ФЕС - незалежно один від одного. Це корисно в тих випадках, коли модулі не можуть бути встановлені з тією ж орієнтацією або де використовуються ФЕМ різної конфігурації, або коли є проблеми затінення ФЕМ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Охоткин, Р.П. Методика розрахунку потужності сонячних електростанцій / Г. П. Охоткин. // Вісник Чуваського університету. – Чебоксари, 2013.
2. Шевцов А. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в Україні у світлі нових європейських ініціатив.
3. Петрук В.Г. Аналіз сучасного стану альтернативної енергетики та рекомендації по екологізації паливно-енергетичного комплексу України. Матеріали II-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. (Вінниця, 2014).

УДК 621.311

Григоренко І.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна

ОСОБЛИВОСТІ АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕС

Вітроелектрична станція може працювати в різних режимах, основним режимом є робота на мережу підприємства, тобто підключення до ГПП. Локальний режим – це робота ВЕС тільки на споживача, тобто ВЕС є основним і головним джерелом живлення, наприклад, якщо відбуваються якісь неполадки в мережі і вона відключається. Автономний режим – це коли за якихось певних обставин працездатною є тільки одна вітроустановка з усієї ВЕС (рис. 1).

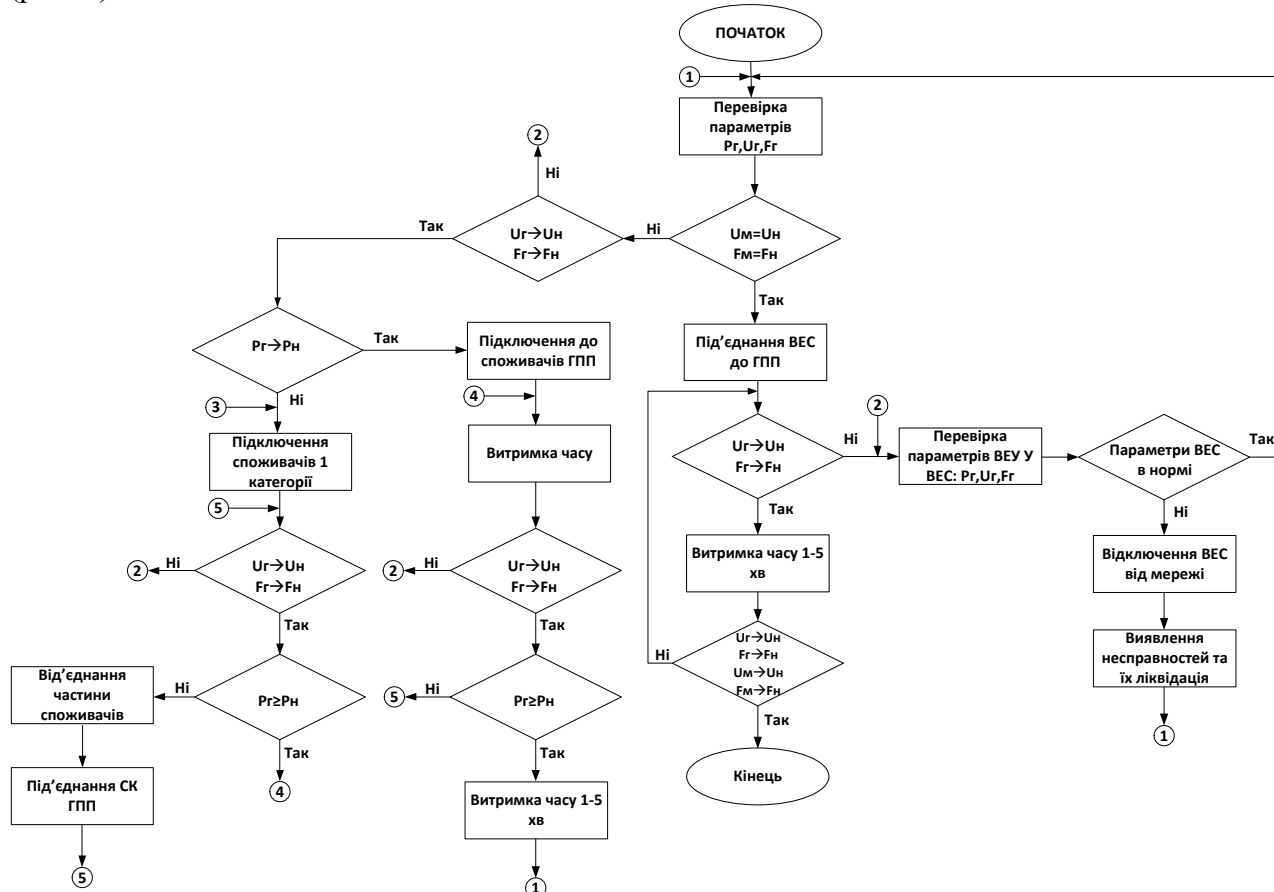


Рисунок 1 – Алгоритм функціонування системи керування електропостачанням

Алгоритм функціонування системи керування електропостачанням працює наступним чином: відбувається перевірка параметрів ВЕС (частота, напруга, та потужність), якщо ці параметри знаходяться в нормально допустимих нормах то відбувається підключення ВЕС до ГПП, після чого знову перевіряються параметри. Далі відбувається витримка часу (1-5 хв), і знову перевіряються параметри, якщо вони в нормі то ВЕС працює на ГПП. Якщо ж параметри на протязі деякого часу не відповідають нормам, то відбувається відключення ВЕС від мережі, виявляються несправності, ліквідуються та знову перевіряються параметри.

Якщо параметри мережі підприємства не відповідають нормам, то відбувається перевірка параметрів та підключення ВЕС до ГПП, ВЕС починає працювати локально, як тільки параметри мережі нормалізуються то ВЕС знову почне працювати на мережу.

Якщо ж генерована потужність менша ніж потужність навантаження, то відбувається підключення споживачів 1-ї категорії, після чого знову перевіряються параметри, і якщо потужності недостатньо, то відбувається відключення частини споживачів і підключення системи керування ГПП.

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

Пимоненко Б.В., магістрант, Савойський О. Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

Сучасні підходи до обліку електроенергії побутових споживачів включають використання автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ), застосування інтелектуальних приладів обліку, використання програмного забезпечення для збору та обробки даних, а також регулювання обліку нормативними документами. Ці підходи спрямовані на підвищення ефективності комерційного обліку, зниження комерційних втрат і зменшення неплатежів населення.

Автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) є комплексом технічних засобів, програмних та алгоритмічних рішень, що дозволяють здійснювати облік електроенергії на рівні розподільчих мереж середньої та низької напруги.

Впровадження АСКОЕ обумовлено необхідністю підвищення точності та достовірності даних щодо споживання електроенергії, скорочення втрат у мережах, зниження дебіторської заборгованості та оптимізації тарифної політики. Традиційні методи розрахунку споживання електроенергії за середньодобовими показаннями приладів обліку не можуть повною мірою вирішити сучасні завдання електроенергетики.

АСКОЕ базується на встановленні інтелектуальних вимірювальних приладів обліку електроенергії, що монтуються на межах балансової залежності між електромережевою організацією та споживачем електроенергії. Дані прилади дозволяють реєструвати споживання електроенергії із заданою частотою, диференціюючи її за тарифними зонами (піковою, напівпіковою, нічною), фіксуючи час початку та закінчення електроспоживання, а також показання реактивної енергії.

Структуру АСКОЕ наведено на рис. 1.

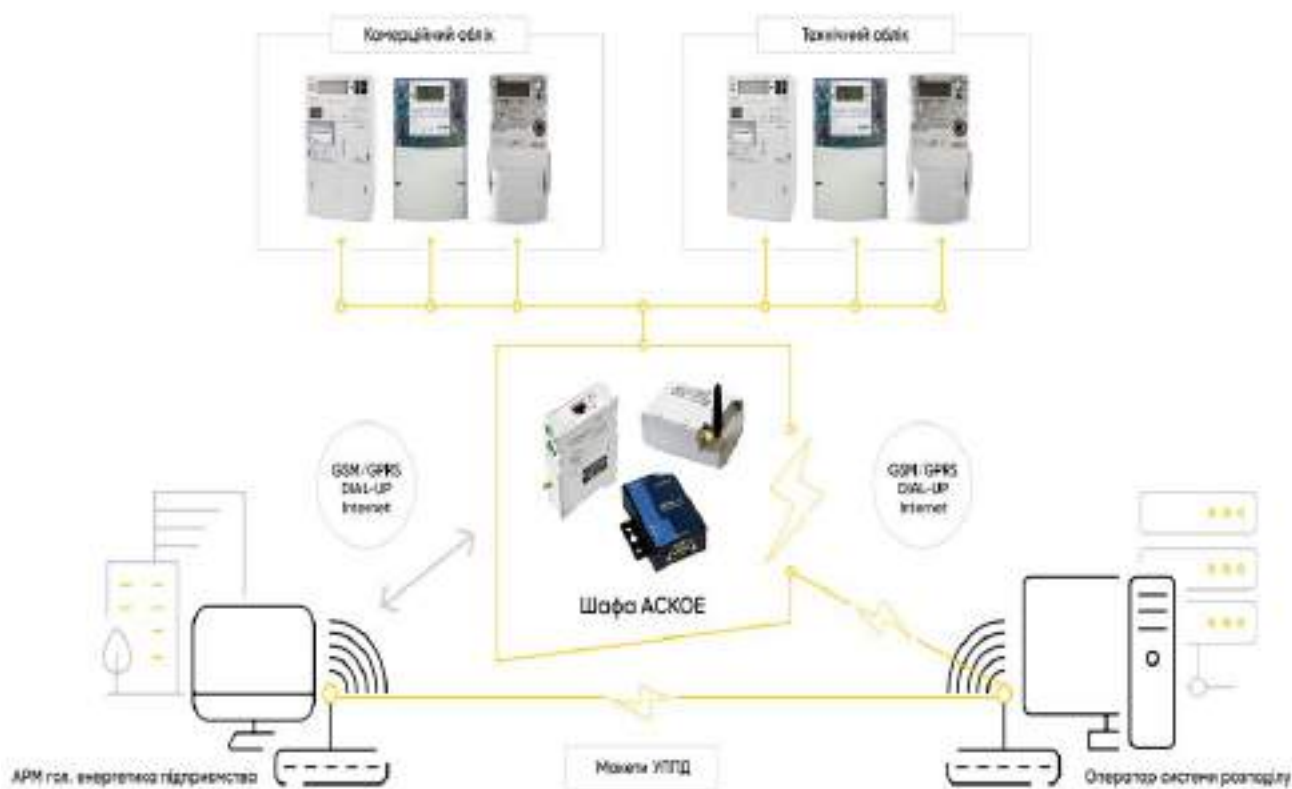


Рис. 1. Структура АСКОЕ

АСКОЕ складається з наступних основних підсистем:

- вимірювальна підсистема – призначена для вимірювання електричних параметрів (напруги, струму, потужності, електроенергії та ін.) у споживачів електроенергії за допомогою лічильників та датчиків. Вимірювальна підсистема встановлюється у споживачів електроенергії.
- складально-передавальна підсистема – призначена для збору вимірних даних від вимірювальної підсистеми, їх реєстрації та передачі в обчислювальний центр. Може використовувати дротові та бездротові канали зв'язку.
- обчислювальний центр – призначений для зберігання, обробки та аналізу даних, що надходять від складально-передавальної підсистеми. У обчислювальному центрі провадиться розрахунок спожитої електроенергії для кожного споживача, формування рахунків за електроенергію та підготовка звітів.
- підсистема управління базою даних – призначена для зберігання даних про всі виміри, розрахунки, звіти та іншу інформацію, що обробляється АСКОЕ.
- підсистема збору платежів – призначена для збору платежів від споживачів за спожитою електроенергію виходячи з сформованих рахунків.

АСКОЕ дозволяє підвищити точність обліку електроенергії, скоротити витрати на зняття показань приладів обліку, сформувати оперативну звітність про споживання електроенергії, виявляти факти безоблікового споживання та технічних втрат електроенергії, підвищити ефективність розрахунків із споживачами, а також забезпечити захист комерційних інтересів енергопостачальної організації.

Всі вищеписані підсистеми АСКОЕ взаємодіють між собою із використанням сучасних інформаційних технологій для забезпечення високоточного та автоматизованого комерційного обліку електроенергії.

АСКОЕ дозволяє в автоматичному режимі з високою точністю здійснювати збирання та передачу даних про споживання електроенергії, що створює передумови для підвищення ефективності управління електромережним комплексом та стимулювання енергозбереження у споживачів.

Оптимальне управління розподільними мережами на основі даних АСКОЕ дозволяє реа-

лізувати низку важливих переваг:

- зниження технологічних втрат електроенергії. Аналіз даних щодо споживання електроенергії у режимі реального часу дозволяє виявити ділянки мережі з високим рівнем втрат та оперативно перерозподілити навантаження. Це сприяє зниженню втрат електроенергії під час її передачі.
- підвищення надійності електропостачання. Оптимальний розподіл навантажень між елементами мережі та своєчасне перемикання навантаження на резервні лінії дозволяє уникнути перевантажень та знизити аварійність;
- оптимізація режимів роботи мережі веде до економії на ремонтах та модернізації мережевої інфраструктури за рахунок ефективнішого її використання;
- плавна зміна навантажень та підтримання параметрів електроенергії (напруга, частота) у допустимих межах забезпечує стабільність електропостачання споживачів;
- за рахунок оптимізації топології мережі та перерозподілу навантажень між її елементами можна збільшити пропускну спроможність, що дозволить підключати додаткових споживачів без розширення інфраструктури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ). URL : <https://grandtesla.com.ua/service/askoe>
2. АСКОВЕ – один із ключів до ефективного енергоменеджменту вашого підприємства. URL : <https://kness.energy/news/14138/>
3. АСКОВЕ. URL : <https://energyline.com.ua/uk/askue-2/>
4. АСКОВЕ: що це таке і як з її допомогою економити на електроенергії?. URL : <http://artroom.od.ua/askoe-shho-tse-take-i-yak-z-yiyi-dopomogoyu-ekonomiti-na-elektroenergiyi/>

УДК 621.316.54

Остапенко В.В., магістрант, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна

ВИКОРИСТАННЯ СМАРТ-ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ ПОХИЛИМ ДИФУЗІЙНИМ АПАРАТОМ

Сучасна цукрова промисловість вимагає впровадження високотехнологічних систем керування, здатних забезпечити стабільність технологічних процесів і зменшення енерговитрат. Одним із ключових елементів виробництва є похилий дифузійний апарат, від ефективності роботи якого залежить якість отриманого дифузійного соку. Традиційні системи керування не забезпечують необхідної адаптивності до зміни властивостей бурякової стружки та умов технологічного середовища.

У працях українських і зарубіжних учених досліджуються методи автоматизації дифузійних процесів, проте більшість із них базуються на жорстких алгоритмах керування, що не враховують динаміку зміни технологічних параметрів у реальному часі. Застосування смарт-технологій, зокрема інтелектуальних систем моніторингу, датчиків IoT, цифрових двійників і машинного навчання, відкриває нові можливості для побудови адаптивних систем керування.

Метою роботи є розроблення структури інтелектуальної системи керування похилим дифузійним апаратом на основі смарт-технологій, яка забезпечить стабільність процесу видобутку соку та оптимізацію енергоспоживання.

Система керування похилим дифузійним апаратом побудована за модульним принципом і включає:

1. Частотно-регульований електропривід шнека;
2. Датчики температури, тиску, витрати води та рівня стружки;
3. Контролер типу ПЛК із підтримкою промислових протоколів (Modbus, Profinet);

4. Панель оператора (НМІ) з графічним інтерфейсом;
5. Модуль збору аналітичних даних у хмарному середовищі.

Використання смарт-технологій забезпечує безперервний моніторинг параметрів дифузійного процесу та автоматичне коригування режимів роботи обладнання. На основі алгоритмів машинного навчання система аналізує історичні дані та прогнозує зміну температури, витрати й навантаження на привід шнека. Застосування адаптивного керування дозволяє знизити енерговитрати на 20–25 %, стабілізувати концентрацію цукрози в дифузійному соці та зменшити знос механічних вузлів. Передбачена можливість дистанційного доступу до даних через SCADA або мобільний застосунок, що підвищує рівень технологічного контролю й оперативність прийняття рішень.

Висновки. Запропонована система керування на основі смарт-технологій забезпечує:

- підвищення ефективності похилого дифузійного апарата,
- стабільність технологічних параметрів,
- зменшення енерговитрат.

Реалізація даної концепції сприяє цифровізації виробничого процесу та переходу цукрових підприємств до стандартів «Industry 4.0».

УДК 621.9.048

Гуца Д.М., магістрант, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна

СТРУКТУРА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ СИСТЕМ ОПОВІЩЕННЯ КРИТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Системи оповіщення критичних об'єктів повинні залишатися працездатними навіть за умов повного відключення зовнішньої мережі. Для об'єктів першої категорії надійності допустимий час простою не перевищує декількох годин на рік, що вимагає застосування багаторівневого резервування. Тому одним із головних завдань проектування є забезпечення високих показників надійності автономного електропостачання з урахуванням ймовірності відмов окремих компонентів та часу їх відновлення.

Методика базується на використанні коефіцієнта готовності системи, який визначається за формулою (1):

$$A = MTBF / (MTBF + MTTR), \quad (1)$$

де $MTBF$ — середній час безвідмовної роботи,

$MTTR$ — середній час відновлення.

Цей показник характеризує частку часу, протягом якого система знаходиться у працездатному стані. Для складних систем з послідовним резервуванням загальна готовність розраховується як добуток коефіцієнтів готовності окремих ланок.

У дослідженні враховано такі компоненти системи: мережа, джерело безперебійного живлення (ДБЖ), акумуляторна батарея та дизель-генератор. Розрахунок проводився для типових параметрів, отриманих з експлуатаційних даних промислових об'єктів та технічної документації виробників обладнання.

Таблиця 1 Показники надійності основних елементів автономної системи електропостачання

Компонент	Коефіцієнт готовності А	Середній час безвідмовної роботи (год)	Середній час відновлення (год)
Мережа	0,9977	4380	10
ДБЖ	0,9999	10000	1
Акумулятори	0,9700	1200	36
Дизель-генератор	0,9300	900	60

Аналіз табличних даних показує, що найменшу надійність мають дизель-генератор та акумуляторні батареї. Дизель-генератор характеризується коефіцієнтом готовності 0,93, що пов'язано з механічним зносом та необхідністю регулярного технічного обслуговування. Акумулятори мають коефіцієнт 0,97, їх надійність залежить від режиму експлуатації та кількості циклів заряд-розряд. Натомість ДБЖ демонструє найвищу готовність 0,9999 завдяки відсутності рухомих частин та швидкому відновленню при заміні модулів.

Висновки. Автономна система електропостачання з каскадним резервуванням (мережа — ДБЖ — АКБ — ДГУ) забезпечує високий рівень надійності для систем оповіщення критичних об'єктів. Розрахунковий коефіцієнт готовності 0,9998 відповідає вимогам до об'єктів першої категорії. Оптимізація структури резервування дозволяє підвищити коефіцієнт готовності на 0,05–0,07% без суттєвого збільшення витрат за рахунок використання сучасних ДБЖ з функціями моніторингу та попереджувального обслуговування.

УДК 621.316.54

Кривошеєв Я.О., магистрант, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТАТІ ДОБОВИХ КУРЧАТ

Птахівництво є однією з провідних галузей агропромислового комплексу України, що забезпечує населення цінними білковими продуктами — м'ясом і яйцями. Ефективність виробництва на птахофабриках значною мірою залежить від можливості точно та своєчасно визначати стать добових курчат, оскільки лише самки використовуються для формування продуктивного стада. У більшості господарств ця процедура здійснюється вручну, що знижує точність, збільшує трудомісткість і створює етичні проблеми, пов'язані з вибракуванням півників. В умовах переходу українського аграрного сектору до інноваційних технологій та стандартів ЄС, актуальною стає автоматизація процесів сортування птиці за статтю з використанням штучного інтелекту (AI) та візуалізаційних технологій (MRI).

Така модернізація дозволить:

- підвищити продуктивність інкубаторіїв і скоротити людський фактор;
- знизити експлуатаційні витрати на сортування нецільових пташенят;
- забезпечити гуманність виробництва відповідно до стандартів «animal welfare»;
- створити передумови для енергоефективного та цифрового управління технологічними процесами.

Розробка вітчизняного електротехнічного пристрою для визначення статі добових курчат є важливим кроком у напрямі цифровізації птахівництва, зокрема для таких підприємств, як Косівщинська птахофабрика (ТОВ «АВІС-Україна»).

Метою дослідження є створення електротехнічного пристрою для автоматичного, неінвазивного визначення статі добових курчат, придатного до промислового використання в умовах українських підприємств.

Запропонований пристрій складається з таких основних компонентів:

1. MRI-модуль – виконує сканування структури ембріону без пошкодження яйця.
2. AI-модуль – здійснює аналіз отриманих зображень і визначає стать на основі навченої нейронної мережі.
3. PLC-контролер – координує рух конвеєра, синхронізує подачу яєць і взаємодію систем.
4. НМІ-панель – забезпечує інтерфейс для оператора, контроль параметрів і керування режимами.
5. Система електроживлення та захисту – гарантує безпечну роботу обладнання відповідно до вимог ДСТУ EN 60204-1:2015.

Середній час аналізу одного яйця — 0,2 с, точність класифікації — 98–99 %, споживана потужність системи — до 4,5 кВт. Управління електроприводами реалізовано через частотні

перетворювачі Schneider Electric з плавним регулюванням швидкості.

Розроблено принципову та функціональну схеми пристрою, що забезпечують автоматизоване керування всіма вузлами системи. Передбачено можливість інтеграції модуля у виробничу лінію інкубатора без кардинальної реконструкції інфраструктури.

Висновки. Розроблений електротехнічний пристрій на основі MRI та AI є перспективним рішенням для автоматизації процесів сортування курчат за статтю у вітчизняному птахівництві. Його впровадження на Косівщинській птахофабриці дозволить зменшити собівартість продукції, підвищити продуктивність, точність і відповідність європейським екологічним та етичним стандартам. Подальші дослідження спрямовані на оптимізацію конструкції та розробку промислового зразка пристрою.

УДК 621.316.06

Барсуков Р.С., магістрант, Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, м. Харків, Україна, Платонов А.А., магістрант, СНАУ, м. Суми, Україна

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ РОЗУМНИХ МЕРЕЖ (SMART GRIDS) ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Концепція розумних мереж представляє собою еволюційний розвиток традиційних електроенергетичних систем, що інтегрує сучасні інформаційно-комунікаційні технології, автоматизовані системи керування та інноваційні рішення у сфері енергетики для створення більш ефективної, надійної та гнучкої електроенергетичної інфраструктури. Фундаментальними принципами розумних мереж є двостороння комунікація між постачальниками та споживачами електроенергії, автоматизація процесів керування та моніторингу, інтеграція відновлюваних джерел енергії та здатність до самовідновлення після аварійних ситуацій.

До переваг впровадження технологій розумних мереж у системи електропостачання закладів дошкільної освіти, що забезпечує значне підвищення надійності, відносяться наступні:

- Розумні мережі мають здатність до самодіагностики та самовідновлення, що дозволяє автоматично виявляти несправності та відновлювати електропостачання через альтернативні схеми без втручання оперативного персоналу. Це критично важливо для закладів дошкільної освіти, де швидкість відновлення електропостачання має пряме відношення до безпеки дітей.
- Розумні мережі забезпечують можливість інтеграції розосереджених джерел генерації, включаючи сонячні панелі, вітрові установки та системи накопичення енергії. Така диверсифікація джерел живлення значно підвищує автономність закладів та зменшує залежність від централізованого електропостачання. В умовах воєнного стану ця особливість набуває особливого значення, оскільки дозволяє закладам функціонувати навіть при пошкодженні магістральних електричних мереж.
- Розумні мережі дозволяють впроваджувати превентивне технічне обслуговування обладнання на основі аналізу даних про його стан та режими роботи. Це дозволяє попереджувати виникнення несправностей та планувати ремонтні роботи в періоди мінімального впливу на функціонування закладу. Системи прогнозової аналітики можуть передбачати потенційні проблеми та рекомендувати заходи щодо їх попередження.
- Можливість оптимізації енергоспоживання через інтелектуальне керування навантаженнями. Розумні мережі можуть автоматично регулювати роботу несуттєвого обладнання в періоди пікового споживання або аварійних ситуацій, забезпечуючи пріоритетне живлення критично важливих систем безпеки та життєзабезпечення. Для закладів дошкільної освіти це означає гарантоване функціонування систем освітлення, вентиляції, відеоспостереження та сигналізації навіть в умовах обмеженого електропостачання.
- Підвищення інформованості персоналу закладу про стан електропостачання через мобільні додатки та веб-інтерфейси. Співробітники можуть отримувати сповіщення про заплановані

відключення, контролювати рівень заряду систем накопичення енергії та керувати енергоспоживанням окремих систем дистанційно. Це особливо важливо для забезпечення безпеки дітей у підвальних приміщеннях, які використовуються як укриття.

Висновки. Концепція розумних мереж є важливим етапом розвитку електроенергетичних систем, завдяки впровадженню інформаційно-комунікаційних технологій. Розумні мережі забезпечують двосторонню комунікацію між постачальниками та споживачами, що підвищує ефективність і надійність енергетичного процесу.

УДК 621.311.243

Ковган О. Г., магістрант, Савойський О. Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

ТЕХНІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СІЛЬСЬКИХ РАЙОНАХ З РОЗПОДІЛЕНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ

Централізоване електропостачання сільських районів являє собою комплексну систему генераторних установок та споживачів електроенергії, об'єднаних між собою за допомогою повітряних або кабельних ліній електропередачі (ЛЕП). Особливості таких мереж характеризуються значною протяжністю ЛЕП, нерівномірним розподілом споживачів та низькою щільністю навантажень, що супроводжується суттєвими коливаннями споживання електроенергії. Ці фактори призводять до ускладнень у забезпеченні стабільної якості електроенергії, яка визначається показниками якості електроенергії (ПКЕ) у точках приєднання споживачів.

На рівень ПКЕ впливають як конструктивні, так і експлуатаційні фактори. Несиметричність навантаження, що виникає при неможливості рівномірного розподілу великої кількості електроприймачів по фазах, призводить до перекосів фазної напруги, підвищення струмів у нейтральному провіднику та збільшення втрат електроенергії. Нелінійні характеристики сучасних електроприймачів, зокрема індукційних печей, частотних перетворювачів та світлодіодних освітлювальних пристроїв, формують гармонійні спотворення напруги та струму, які сумуються у вузлах мережі та поширюються як від вищої напруги до нижчої, так і у зворотному напрямку, погіршуючи роботу чутливого електрообладнання. Крім того, велика протяжність мережі зумовлює падіння напруги та додаткові втрати електроенергії, що посилюється зі збільшенням числа споживачів.

Відхилення ПКЕ від нормативних значень, зокрема напруги, частоти та гармонійних спотворень, може негативно впливати на роботу енергосистеми та її компонентів. Падіння напруги або перекоси фаз призводять до перевантаження трансформаторів, підвищення струмів короткого замикання та збільшення теплового навантаження на провідники, що сприяє прискореному зношенню обладнання. Гармонійні спотворення струму та напруги викликають додаткові втрати у трансформаторах і ЛЕП, знижують ефективність роботи електродвигунів, порушують синхронізацію генераторів і можуть призвести до аварійного відключення частин мережі. Різкі коливання напруги або частоти в аварійних режимах здатні спричинити вихід із ладу силових інверторів, електронного обладнання, а також викликати локальні короткі замикання через некоректну роботу захисних систем.

Для підтримання стабільної якості електроенергії в сільських мережах застосовують симетризуючі трансформатори, батареї конденсаторів для компенсації реактивної потужності та вольтодобавочні трансформатори, а також системи автоматичного регулювання напруги. Проте ефективне усунення відхилень ПКЕ без використання таких пристроїв можливе лише шляхом значного скорочення протяжності ЛЕП або зменшення числа споживачів, що в умовах постійного зростання навантаження є технічно та економічно недоцільним.

Одним із перспективних технічних рішень є інтеграція до централізованої мережі додаткових генераторних установок, що формують систему розподіленої генерації (РГ). Під РГ розуміють сукупність енергетичних установок споживачів, як індивідуальних, так і об'єднаних у мікроенергосистеми. Така схема дозволяє зменшити відхилення напруги від номінальних значень, знизити гармонійні спотворення напруги та струму, підвищити

коефіцієнт потужності за рахунок додаткових активних та реактивних потужностей, а також підвищити надійність і стійкість електропостачання локально розташованих споживачів.

Сонячні фотогальванічні установки (СФУ), що інтегруються у розподілену генерацію, впливають на показники якості електроенергії не лише у нормальних режимах роботи централізованої мережі, а й у аварійних та тимчасово допустимих режимах. Вони можуть здійснювати підживку короткого замикання у мережі або спричиняти підвищення напруги при її різких відхиленнях від номінального значення. Відхилення параметрів мережі призводять до спотворення струму та напруги на стороні змінного струму і до значної зміни параметрів на стороні постійного струму. Такі відхилення можуть викликати перекид інвертора, коли не відбувається комутація струму на черговому транзисторі, або прорив інвертора, коли у провідному стані одночасно опиняються два транзистори однієї фази, що може призвести до закорочення генераторної ЕРС. Вбудований захист інвертора забезпечує його автоматичне відключення при будь-якому відхиленні параметрів мережі від номінальних.

В умовах сільських мереж такі явища можуть виникати досить часто, що обумовлює необхідність комплексного аналітичного та експериментального дослідження показників якості електроенергії у споживачів сільськогосподарського сектору при працюючій та відключеній СФУ у нормальних, тимчасово допустимих та аварійних режимах роботи мережі. Особлива увага приділяється впливу на напругу, частоту та виникненню ударних струмів під час аварійних режимів та їх ліквідації, а також відповідності вимогам ДСТУ EN 50160:2013 щодо допустимих відхилень параметрів електричної енергії.

У табл. 1. наведено основні показники якості електроенергії за ДСТУ EN 50160:2013, що використовуються для оцінки стану сільських мереж із розподіленою генерацією.

Таблиця 1. Основні показники якості електроенергії за ДСТУ EN 50160:2013

Показник	Нормативне значення (ДСТУ EN 50160:2013)	Можливий вплив на мережу та обладнання
Напруга фазна (U)	$\pm 10\%$ від номінальної	Відхилення $>\pm 10\%$ можуть викликати перегрів трансформаторів та вихід із ладу електроприймачів
Напруга лінійна (U _{L-L})	$\pm 10\%$ від номінальної	Перекози фаз спричиняють додаткові втрати у нейтральному провіднику
Частота (f)	50 Гц $\pm 1\%$	Коливання частоти $>\pm 1\%$ можуть призводити до збоїв синхронізації генераторів та роботи електроприводів
Перекози фазної напруги	$\leq 2\%$	Перекози $> 2\%$ знижують ефективність роботи трифазних двигунів і трансформаторів
Гармонійні спотворення напруги (THD _U)	$\leq 8\%$ (для низької напруги)	Підвищені гармоніки викликають додаткові втрати, нагрів і резонансні явища в мережі
Короткочасні відхилення напруги (світлові імпульси, flicker, P _{st})	P _{st} ≤ 1	Впливає на роботу освітлювальних систем та чутливого електронного обладнання
Тривалість зниженої та підвищеної напруги	$< 5\%$ часу вимірювання	Довготривалі відхилення можуть пошкоджувати побутове та промислове обладнання
Миттєві відключення напруги	< 1 раз на рік у нормальних умовах	Часті відключення порушують роботу інверторів та СФУ, можуть призвести до аварійних ситуацій

Впровадження розподіленої генерації, зокрема сонячних фотогальванічних установок, дозволяє локально покращувати показники якості електроенергії, зменшувати відхилення

напруги та гармонійні спотворення, підвищувати коефіцієнт потужності та забезпечувати більш стабільну роботу сільських мереж. Проте інтеграція таких установок вимагає уважного аналізу можливих аварійних режимів та коректного налаштування захисних систем інверторів, щоб уникнути негативних ефектів при коротких замиканнях або різких коливаннях напруги.

УДК 621.316.54

Крижний А.О., магістрант, Сіренко В.Ф., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Сучасний стан промислового виробництва в Україні характеризується високою енергоємністю, значною зношеністю електротехнічного обладнання та зростаючими вимогами до стабільності електропостачання. Електроенергія є основним енергетичним ресурсом, що забезпечує роботу технологічного обладнання, систем автоматизації, освітлення, вентиляції, опалення та інших інженерних комплексів. Тому ефективність та надійність систем електропостачання безпосередньо впливають на безперервність технологічних процесів, якість продукції та економічні показники діяльності промислових підприємств.

Однак у більшості промислових галузей України система електропостачання залишається вкрай проблемною, оскільки формується під впливом низки технічних, організаційних та експлуатаційних факторів. Насамперед варто відзначити значний фізичний і моральний знос електротехнічного обладнання. Багато промислових підприємств експлуатують силові трансформатори, розподільчі пристрої, кабельні та повітряні лінії, термін служби яких перевищує 30–40 років. Таке обладнання часто не відповідає сучасним вимогам енергоефективності, має підвищені втрати електроенергії та знижену стійкість до аварійних режимів. Старіння ізоляції, корозія контактних з'єднань, підвищення опору кіл, пошкодження оболонки кабелів спричиняють збільшення втрат електроенергії, нагрівання елементів мережі та зниження рівня безпеки експлуатації.

Другим важливим аспектом є недостатня якість електроенергії, що постачається промисловим споживачам. Вимоги до якості електроенергії регламентуються стандартом ДСТУ EN 50160:2013, який встановлює допустимі відхилення напруги, частоти, симетрії фаз та рівня гармонічних спотворень [1]. На практиці ці показники часто порушуються. Відхилення напруги можуть перевищувати 10–15 % від номінальної, особливо у години пікових навантажень. У промислових районах спостерігається значна кількість нелінійних навантажень – частотних перетворювачів, зварювальних апаратів, електропечей, які створюють вищі гармоніки у мережі [2]. Це призводить до нагрівання електродвигунів, збоїв у роботі автоматики, помилкових спрацювань захистів і прискореного старіння обладнання.

Окрему проблему становить недостатня надійність живлення, що проявляється у частих аварійних відключеннях, коротких замиканнях, перевантаженнях і неякісній роботі систем релейного захисту. Через старіння кабельних ліній, відсутність дублювання окремих ділянок мереж і низький рівень резервування джерел живлення навіть одиничні пошкодження можуть призводити до повної зупинки виробничого процесу. Особливо критично це для підприємств безперервного циклу, де навіть короткочасне припинення живлення викликає серйозні фінансові втрати [3].

До числа системних проблем належить неефективна структура внутрішньозаводських електричних мереж. Часто вона проектувалася ще за радянських норм, коли потужності навантаження були іншими, а вимоги до електроенергії – нижчими. У результаті сьогоденні мережі працюють у перевантаженому режимі, а струмові навантаження на окремих ділянках перевищують допустимі. Через це зростають втрати в проводах і трансформаторах, збільшується температура елементів мережі, погіршується коефіцієнт потужності, а термін служби обладнання скорочується.

Ще однією суттєвою проблемою є відсутність сучасних систем контролю та моніторингу електроспоживання. На більшості підприємств облік енергії здійснюється за застарілими приладами або взагалі обмежується комерційним обліком на вході підприємства. Це унеможливорює точний аналіз розподілу навантаження, виявлення «енергетичних вузьких місць» і джерел надлишкових втрат. Відсутність автоматизованих систем управління електроспоживанням (АСКОЕ, АСКУЕ) призводить до нераціонального використання електроенергії, несвоєчасного реагування на перевантаження та неефективного планування енергетичних балансів.

Низький рівень автоматизації та цифровізації систем електропостачання також залишається характерною проблемою українських промислових підприємств. Керування електроустановками здебільшого здійснюється вручну, а діагностика обладнання – епізодично, без застосування датчиків стану чи аналітичних алгоритмів. Це призводить до того, що несправності виявляються лише після виникнення аварійної ситуації, а не на етапі її попередження.

Додатковим чинником зниження ефективності є нерівномірність розподілу навантаження між фазами та між окремими споживачами. На практиці це проявляється в значних перекосах напруги, збільшенні струмів у нульових проводах, додатковому нагріванні кабелів і трансформаторів. Часто енергетичні служби підприємств не мають повного контролю за балансом навантаження через відсутність систем аналізу даних у реальному часі.

Важливим аспектом є також недостатній рівень координації між внутрішньою енергосистемою підприємства та зовнішніми електричними мережами. Ремонтні роботи, аварії чи зміни режимів у мережах обленерго часто без попередження впливають на технологічні процеси підприємства. Відсутність гнучких механізмів взаємодії та узгодженого диспетчерського управління знижує стабільність електропостачання та збільшує ризик пошкодження обладнання під час переходу між режимами.

Не менш актуальною є проблема втрат електроенергії у внутрішніх мережах. Вони можуть досягати 8–12 % від загального споживання, що є істотним показником у порівнянні з міжнародними стандартами. Основними причинами таких втрат є старіння мереж, недовантаження або перевантаження трансформаторів, недостатня компенсація реактивної потужності, а також нераціональне розміщення розподільчих пунктів [4].

Крім технічних, існують і організаційні проблеми експлуатації. Часто на підприємствах відсутня системна політика в галузі енергоменеджменту, а обслуговування електрообладнання виконується за застарілими графіками без урахування реального технічного стану. Недостатня кваліфікація персоналу, несвоєчасна діагностика та нехтування правилами технічної експлуатації створюють передумови для аварійних ситуацій [5].

Таким чином, на сьогодні основними проблемами підвищення ефективності та надійності систем електропостачання промислових підприємств є: старіння електротехнічного обладнання, низька якість електроенергії, високі втрати у мережах, недостатній рівень автоматизації та моніторингу, неефективна структура електричних мереж, нерівномірність навантаження, відсутність енергетичного менеджменту й належної технічної культури експлуатації. Сукупність цих чинників знижує стабільність роботи виробничих систем, підвищує ризики аварій і спричиняє додаткові фінансові втрати підприємств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ EN 50160:2013. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загального призначення. – Київ: Мінекономрозвитку України, 2014.
2. Верівкін О., Білобров В., Стадник С. Вплив вищих гармонік на якість електроенергії в промислових електричних мережах // Інформаційні технології, моделювання та керування. – 2025. – №1(45). – С. 112–118.
3. Буртний Д. І., Папаїка Ю. А. Вплив показників якості напруги на енергетичну ефективність систем електропостачання // Вісник Національного технічного університету "Дніпровська політехніка". – 2023. – №3(75). – С. 45–52.
4. Замкова О. А. Дослідження впливу якості електричної енергії на техніко-економічні по-

казники роботи системи електропостачання промислового підприємства // Науковий вісник НГУ. – 2021. – №2. – С. 60–66.

5. Kovalenko V., Radchenko V., Miniailo N., Yerofoieieva A., Artemchuk V., Prykhno V. Нормування показників якості електроенергії та причини їх відхилення від встановлених нормативів // Сучасні технології в машинобудуванні. – 2025. – №1(65). – С. 85–92.

УДК 621.315

Тимошенко Г.А., завідувач лабораторією, Мороз К.В., завідувач лабораторією, СНАУ, Суми, Україна

ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ОБМОТУВАЛЬНИХ ПРОВОДІВ

До провідникових матеріалів, які застосовуються в електричних машинах, відноситься перш за все мідь – порівняно недорогий метал, який має малий питомий опір. Великий вплив на опір міді мають різні домішки. Тому для провідників застосовується більш чиста електролітична мідь. Вона не повинна мати більше 0,1% домішок.

При холодній прокатці мідь створює наклеп, що робить її більш твердою і підвищує її питомий опір. Поряд з міддю для провідників застосовують також алюміній та деякі сплави (латунь, бронза). Алюміній використовують головним чином для білячих коліс короткозамкнених асинхронних двигунів, а латунь і бронзу – для пускових кліток асинхронних і синхронних двигунів.

Для обмоток електричних машин використовують обмотувальні провoda з волокняною, емальною, комбінованою ізоляцією та голі провoda круглого, прямокутного та фасонного перерізів. Обмотувальні провoda виготовляють на кабельних заводах тільки стандартних розмірів.

Провода круглого перерізу застосовують головним чином в машинах з напівзакритими пазами та всіпними обмотками. Голі провoda застосовуються тільки при виготовленні обмоток великогабаритних машин, в яких їх ізолюють стрічками після надання відповідної форми стрижням обмотки.

Провода з волокняною ізоляцією все частіше замінюються проводами з емальною ізоляцією, що різко підвищує заповнення паза проводами.

В позначеннях марок обмоточних проводів входять початкові літери назви матеріалів, які входять в ізоляцію проводів. Крім того, в позначення марок можуть входити літери, які показують число шарів ізоляції і цифр. Наприклад, літера О означає один шар обмотки провoda, а літера Д – два шари. В обмотках з емальною ізоляцією літера У означає товстішу ізоляцію, цифра 1 – нормальну (одношарову).

В електричних машинах перших випусків обмотки виготовлялись проводом марки ПБД, ізоляція яких накладалась двома шарами із бавовнянопаперової пряжі. Ця ізоляція відноситься до класу А, який характеризується низькою нагрівостійкістю, що привело до збільшення розмірів машини. А значить в сучасних електричних машинах провoda ПБД не застосовуються. Основні марки цих проводів - ПЕЛ, ПЕВ, ПЕТВ, ПЕТ-155.

Провода з емалеволукнистою ізоляцією все більше замінюються проводами з емальною ізоляцією.

Поряд з мідними обмотувальними проводами випускають алюмінієві обмотувальні провoda. Алюміній являє собою потужний резерв провідникових матеріалів.

При позначенні марок алюмінієвих проводів додають літеру А, позначену в кінці. Наприклад, ПЕВА – алюмінієвий провід, ізолюваний високостійким емальляком (вініфлекс); ПЕТА – алюмінієвий провід, ізолюваний нагрівостійким поліамідним лаком.

Без значного росту застосування алюмінієвих проводів важко підняти виробництво електричних машин до рівня, який би забезпечив темпи електрифікації країни.

ВИРІШЕННЯ ПИТАНЬ ЗАТІНЕННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ПРИ ВИКОРИСТАННІ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Зростаюче використання сонячної енергії потребує якісного контролю за факторами, що обмежують продуктивність систем.

Частково затінені сонячні панелі можуть призвести до значного зниження продуктивності. Панелі містять внутрішні байпасні діоди, які допомагають пом'якшити вплив затінення. Однак за певних умов роки регулярного затінення можуть призвести до прискореного виходу з ладу діодів та постійного пошкодження сонячної панелі. Якщо залишити їх у пошкодженному стані протягом тривалого часу, це може призвести до перегріву елементів, що призведе до серйозніших наслідків.

Кожна сонячна панель поділена на кілька секцій (зазвичай три), кожна з яких захищена байпасним діодом. Коли одна секція затінена, вона перестає генерувати струм і починає працювати як опір, споживаючи енергію від інших, незатінених секцій ланцюга.

У разі затінення діод автоматично вмикається, щоб обійти (зашунтувати) затінену секцію. Це запобігає зниженню струму всього ланцюга та захищає затінені клітини від зворотного струму, який може спричинити утворення гарячих точок (hot spots).

Коли діод активується, через нього проходить весь струм, і він починає виділяти тепло. Надмірне теплове навантаження є основною причиною виходу байпасних діодів з ладу.

На сучасних сонячних панелях несправний діод надзвичайно складно замінити, оскільки вони покриті герметичним компаундом. Це означає, що пошкодження діода часто вимагає заміни всієї панелі.

Наслідки та гарантійні ризики. Вихід діода з ладу призводить до постійного зниження напруги панелі (на 10-15 В), що зменшує загальну генерацію всього стрінгу. Багато виробників включають у гарантійні умови пункти про те, що гарантія може бути анульована, якщо панелі зазнали постійного, локалізованого та сильного затінення, спричиненого поганою практикою монтажу (наприклад, встановлення панелі занадто близько до димоходу чи інших перешкод на даху).

Найкраще рішення – на етапі проектування уникнути прямого затінення панелей стаціонарними об'єктами (трубами, вентиляцією, парапетами) та деревами.

Панелі слід монтувати з оптимальною орієнтацією (на південь) і кутом нахилу.

Використання оптимізаторів потужності (power optimizers) або мікроінверторів на рівні кожного модуля дозволяє мінімізувати вплив затінення однієї панелі на весь стрінг. Однак навіть ці пристрої не завжди запобігають фізичному пошкодженню діодів через зворотний струм.

Усунення несправностей. Перший крок – вимкнути інвертор та ізолятор постійного струму. Несправну панель можна виявити, вимірявши напругу холостого ходу. Панель із несправним (розімкнутим) діодом видаватиме напругу на 10-15 Вольт нижчу від очікуваної номінальної напруги.

Через високу напругу постійного струму, роботи з діагностики та ремонту мають виконувати виключно фахівці.

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 МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗАПИЛЕНOSTІ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Розглянемо основні методи визначення рівня запиленості сонячних панелей (PV-модулів) та їх переваги та недоліки. Вибір методу залежить від типу системи (пересувна чи стаціонарна установка, наземна чи дахова), вимог до точності та доступних інструментів. Основними методами, що відомі на сьогодні є:

1. Візуальний огляд та експрес-оцінка. Огляд поверхні модулів на предмет видимого забруднення пилом, слідами аерозолів, рослинності тощо.

Переваги: швидкість, мінімальні витрати.

Недоліки: суб'єктивність, недостатня точність, забруднення може бути непомітним без збільшення контрасту.

Застосування: первинна діагностика, планування промислових мийок.

2. Вимір оптичного пропускання / затемнення поверхні. Порівняння інтенсивності світла, що проходить через модуль або відбивається від нього, з контрольним зразком; зниження світлового потоку свідчить про запиленість.

Обладнання: люксметри, спектрофотометри, спеціалізовані тестери чистоти поверхні.

Переваги: кількісна оцінка зменшення пропускання.

Недоліки: потребує калібрування та стабільного освітлення.

3. Контактні методи очищення з виміром вихідної продуктивності. Порівняння потужності або струму/напруги при роботі системи до та після чистки.

Виконання: вимір потужності панелі в робочому стані; чистка пилу; повторний вимір.

Переваги: безпосередня оцінка впливу забруднення на продуктивність.

Недоліки: потребує безперервної експлуатації системи; вплив тіні, температури та деградації.

4. Імідування теплове (infrared, тепловізійна діагностика). Запиленість часто корелює з нерівномірним нагрівом через зміну теплової інерції поверхні та слабший охолоджувальний шар.

Обладнання: тепловізор або камери з ІЧ-діапазоном.

Переваги: швидке виявлення «гарячих» плям, де пил зменшує тепловідвід; може виявити локальні ділянки зниженої провідності.

Недоліки: менш прямий вимір запиленості; потребує інтерпретації та порівняння з довідковими зразками.

5. Оптичне сканування поверхні (калейдоскопічні або лазерні системи). Використання лазера або світлодіодів для вимірювання відбиття поверхні; пил зменшує відбиття та змінює профіль поверхні.

Обладнання: оптичні сканери, лазерні пости, матеріали з відбиттям.

Переваги: високий рівень діагностики, можливість мапування розподілу пилу.

Недоліки: дорожнеча, складність обслуговування.

6. Швидкі тестери чистоти панелей (водяний піскоструй або мийка з сенсорами). Контрольні ділянки чистять та вимірюють різницю в продуктивності; використання сенсорних або струмових тестів.

Переваги: практично застосовно в польових умовах.

Недоліки: потребує додаткового обладнання, може впливати на якість покриття.

7. Оцінка через моніторинг системи (IV Curve Tracer, IV-скобки). Збір IV-кривих при різних умовах освітлення та розглядання деградації з часом.

Переваги: дозволяє відслідковувати тривалі зміни продуктивності, включаючи запиленість.

Недоліки: вимагає стабільних тестових умов, не ізолює пил від інших факторів (погода, деградація).

8. Використання дронів з мультимодовими камерами. Аерофотозйомка, тепловізійна та структурна зйомка з висоти; потім аналіз покриття панелей програмними засобами.

Переваги: швидко охоплює великі площі; зручний для дахових або великих систем.

Недоліки: потребує обладнання та навичок обробки даних.

9. Хімічні тестери для пилу з фіксаторами. Використання реактивів або фотометричних тестів на пил; визначення концентрації часток за специфічними маркерами.

Переваги: може бути чутливим до дрібних часток.

Недоліки: специфічність залежить від пилу; потребує хімічних реагентів.

Для вибору методу необхідно визначити потрібну чутливість: швидка оцінка чи точна кількісна. Далі враховується розмір системи: невеликі дахові системи чи великі наземні. Проводиться також оцінка бюджету та частоти обстежень. Необхідно зазначити, що в більшій мірі очистка сонячних панелей доволі сильно залежить від системи технічного обслуговування. Але основною проблемою при проведенні очистки панелей є уникнення їх пошкодження.

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 621.316.13

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

МЕТОДИ СЕКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РЕКЛОУЗЕРІВ

Найбільш ефективним способом підвищення надійності електропостачання в повітряних електричних мережах середньої напруги є секціонування лінії комутаційними апаратами. Відповідно до цього виділяють два методи секціонування електричних мереж: централізований та децентралізований.

Централізований підхід до секціонування або управління аварійним режимом роботи мережі можна розділити на місцевий і дистанційний. Основною відмінною рисою даного підходу є залежність роботи секційних апаратів (роз'єднувачів, пунктів секціонування) від рішень верхнього рівня (диспетчера).

Ручний місцевий підхід – історично сформована реальність, поширена практично скрізь, де є повітряна лінія електропередачі. Для забезпечення можливості виділення (секціонування) пошкодженої ділянки мережі на магістралі встановлюються лінійні роз'єднувачі, а в ряді випадків пункти секціонування на базі осередків КРПЗ (контрольні розподільні пристрої зовнішньої установки).

Мережевий резерв виконується вручну. У такій схемі при виникненні пошкодження на будь-якій ділянці відбувається відключення захисного апарату на фідері що відходить і всі споживачі лінії на тривалий час втрачають живлення. Для локалізації пошкодження на фідер виїжджає оперативна бригада, і шляхом послідовних переїздів і перемикачів роз'єднувачів вручну виділяється пошкоджену ділянку мережі і починається живлення інших споживачів.

При такій схемі відновлення електропостачання задіюється велика кількість техніки і персоналу. З огляду на протяжність і умови проходження траси лінії, час, що витрачається на переїзди оперативних бригад, може доходити до декількох годин і навіть діб. Очевидно, що рівень надійності електропостачання в даному випадку вкрай низький.

Останнім часом для підвищення надійності електропостачання все частіше застосовується ручний дистанційний підхід до управління аварійними режимами. Для цих цілей замість лінійних ручних роз'єднувачів встановлюються телекеровані роз'єднувачі або пункти секціонування з дистанційним управлінням. У разі виникнення пошкодження процес його локалізації повністю аналогічний описаному вище з тією різницею, що всі перемикання виконуються дистанційно.

Очевидною перевагою даного підходу є скорочення витрат на численні переїзди і зміст великого штату оперативного персоналу. Скорочується і час локалізації пошкодження. У той же час істотним недоліком є необхідність 100% зв'язку з кожним керованим елементом мережі. У разі виходу з ладу каналу зв'язку мережа стає повністю некерованою і весь ефект від телемеханізації роз'єднувачів втрачається.

Одним з найбільш ефективних способів підвищення надійності електропостачання в повітряних розподільних мережах є реалізація автоматичного підходу до управління аварійними режимами, при якому забезпечується повна незалежність роботи пунктів секціонування від зовнішнього управління. Цей підхід також отримав назву децентралізованого. Кожен окремий апарат, будучи інтелектуальним пристроєм, аналізує режими роботи електричної мережі і автоматично виробляє її реконфігурацію в аварійних режимах.

Наявність телемеханіки в цьому випадку не впливає на виконання основних функцій пунктів секціонування в аварійних режимах і носить допоміжний характер (оперативне управління, контроль параметрів мережі і т.д.), а отже, вимоги до надійності каналів зв'язку знижуються. Диспетчер бачить кінцевий стан на мнемосхемі – локалізовану ділянку мережі, все перемикання і реконфігурації виконані автоматично, без його участі. Все, що необхідно зробити – це направити на пошкоджену ділянку ремонтну бригаду.

Перевагою децентралізованого підходу є відсутність людського фактора. Відключення короткого замикання і локалізація пошкодження відбуваються автоматично. Час відновлення живлення на непошкоджених ділянках мережі скорочується до секунд, як наслідок, знижується ризик збитків споживачам електричної енергії.

Апаратом, що відповідає всім вимогам децентралізованого підходу, є вакуумний реклоузер. Він дозволяє реалізовувати кілька алгоритмів, які забезпечують найкращу роботу електричних мереж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. M. Salehi and F. Namdari, "Fault classification and faulted phase selection for transmission line using morphological edge detection filter," IET Gener., Transmiss. Distrib., vol. 12, no. 7, pp. 1595-1605, Apr. 2018.
2. L. Olatomiwa, S. Mekhilef, A. Huda and Olayinka S. Ohunakin, Economic evaluation of hybrid energy systems for rural electrification in six geo-political zones of Nigeria. Renewable Energy, vol. 83, pp. 435-446, November 2015.
3. M. Pignati, L. Zanni, P. Romano, R. Cherkaoui, and M. Paolone, "Fault detection and faulted line identification in active distribution networks using synchrophasors-based real-time state estimation," IEEE Trans. Power Del., vol. 32, no. 1, pp. 381-392, Feb. 2017.
4. Buinyi, R.O., Krasnozhan, A.V., Zorin, V.V., Kvytsynskyi, A.O. Justification for use of voltage class 20 kV in urban electrical networks. Technical Electrodynamics, 2019 (1), pp. 68–71.

УДК 621.311

Чубенко Д.Р., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

ФОРМУВАННЯ ЗАГАЛЬНОЇ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ЗЕРНОСУШАРКОЮ ДСП-32

Для початку необхідною умовою є встановлення основних температурних обмежень при проведенні сушки зерна. Так початковою температурою повітря обираємо 5°C. До темпера-

тури зерна в сушарці прив'язки не робиться, адже вона визначається відповідними датчиками в кожній з зон зерносушарки. При цьому враховується, що в середньому значення температури повинно складати $50 \pm 5^\circ\text{C}$, а температура для сушильного агенту на вході до сушки повинна мати температуру $130 \pm 5^\circ\text{C}$.

Сушарка ДСП-32 має три зони сушки та охолодження то необхідною умовою є вибір трьох рівневої системи керування електрообладнанням. Додатково для контролю також обираємо три рівні керування, де на:

- першому рівні розташовуються датчики з різноманітними виконавчими механізмами;
- другому рівні розташовуються системи обробки отриманих даних від датчиків;
- третьому рівні розташовуються різноманітні пульти керування та автоматизації процесом сушки.

Дані рівні доцільно зобразити в вигляді блок-схеми (рис. 1).



Рис. 1 – Блок-схема загальної системи керування електрообладнанням зерносушарки

Виходячи з цього на першому рівні в системі автоматизації процесу сушіння знаходяться датчики температури та вологості зернової маси. В якості виконавчих механізмів на даному рівні використовуються системи керування паливом та іншими пристроями подачі та розподілу зернової маси. В якості виконавчого пристрою на даному рівні є паливник.

Для забезпечення працездатності другого рівня застосовуються різноманітні пристрої керування з певними інтерфейсами типу RS-485. В основному даний рівень представляють різноманітні промислові контролери блочного типу з готовими рішеннями.

Третій рівень, як зазначалось вище представлено автоматизованим робочим місцем з відповідною системою контролю, автоматизації та виводом даних на графічні панелі. При цьому остаточний контроль на даному рівні залишається саме за оператором. Саме оператор обирає програму сушки зерна та задає її загальною системою автоматизації, а також здійснює остаточний контроль.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андріанов 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.

УДК 621.313.333.01

Шелест М.С., магістрант, СНАУ, Суми, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ СИНХРОННОГО ДВИГУНА З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ КРОКОВОГО МОМЕНТУ ТА МЕХАНІЧНИХ ВІТРАТ

Одним із ключових чинників, що обмежують ефективність синхронних двигунів з постійними магнітами (PMSM), є кроковий момент — періодичні пульсації крутного моменту,

які виникають унаслідок взаємодії постійних магнітів ротора зі сталевими зубцями статора. Ці коливання призводять до нерівномірності обертання, вібрацій, акустичного шуму та додаткових механічних втрат, що знижує загальний коефіцієнт корисної дії двигуна.

У порівнянні з асинхронними двигунами (АІР), у яких відсутні магнітні зубцеві взаємодії, PMSM демонструють вищу щільність потужності, проте більш виражені втрати на кроковому моменті, особливо при низьких швидкостях обертання.

У роботі проведено попереднє чисельне дослідження магнітного поля синхронного двигуна з постійними магнітами за допомогою програмного середовища FEMM, що дозволило відтворити характер змін крутного моменту в часовій області. На основі отриманих осцилограм виконано оцінку впливу конструктивних параметрів — форми полюсів ротора, конфігурації пазів статора та кута зміщення магнітів — на величину крокового моменту.

Початкові результати моделювання свідчать, що за базової конфігурації двигуна амплітуда крокового моменту досягала приблизно 0,38 Н·м, що зумовлювало підвищені механічні втрати та вібраційні коливання. Після застосування попередньої оптимізації — шляхом корекції кута зсуву магнітів і модифікації форми пазів статора — амплітуда пульсацій зменшилася до 0,15 Н·м, що відповідає скороченню механічних втрат орієнтовно на 60–65 %.

Графічний аналіз осцилограм засвідчив помітне згладжування лінії моменту та стабілізацію швидкості обертання ротора, що безпосередньо впливає на підвищення енергоефективності PMSM.

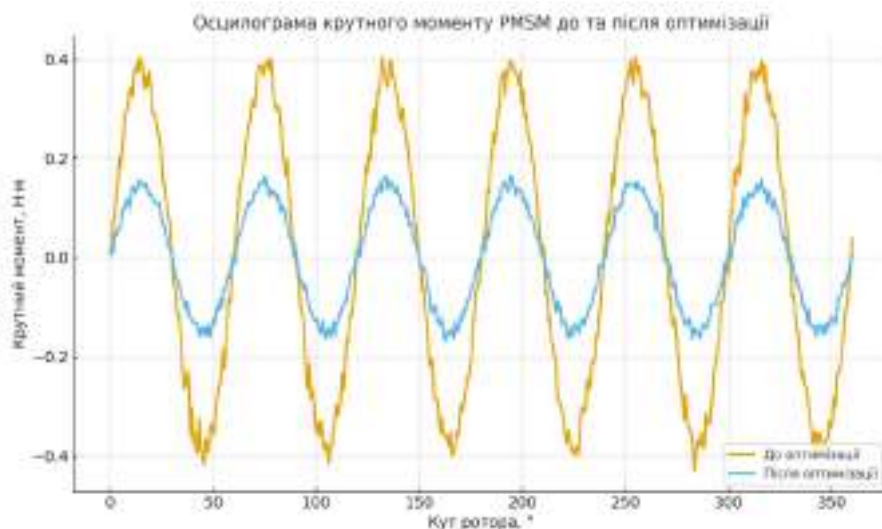


Рисунок 1 – Осцилограма крутного моменту PMSM до та після оптимізації.

Зменшення крокового моменту є ключовим елементом підвищення ефективності синхронних двигунів із постійними магнітами. Найбільш результативними заходами виявилися:

- зміщення полюсів ротора на певний кут для компенсації магнітних пульсацій;
- оптимізація геометрії зубців статора;
- застосування комбінованих матеріалів з підвищеною магнітною проникністю.

Таким чином кроковий момент суттєво впливає на механічні втрати та стабільність роботи PMSM. Оптимізація кута зсуву магнітів і форми пазів статора дозволила зменшити амплітуду пульсацій з 0.38 до 0.15 Н·м, що забезпечує зниження втрат і підвищення ККД двигуна. Подальші дослідження спрямовуватимуться на вдосконалення конструкції магнітної системи для повнішої компенсації крокового моменту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ladghem, B., Chikouche, K., Boughrara, K., & Ibtouen, R. (2018). Permanent magnet shaping for cogging torque and torque ripple reduction of PMSM. *COMPEL - The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering*, 37(6), 2232–2248.
2. Zhang, Z., Yang, H., Li, J., & Liu, Z. (2022). Cogging torque minimization of surface-mounted

- permanent magnet synchronous motor based on RSM and NSGA-II. *Actuators*, 11(12), 379.
3. Duan, X., Zhang, X., Tang, Y., & Hao, M. (2021). Cogging torque reduction in PMSM in wide temperature range by response surface methodology. *Symmetry*, 13(10), 1877.

УДК 621.311

Пимоненко Б.В., магістрант, Савойський О. Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ПОБУТОВОМУ СЕКТОРІ

Частка побутових споживачів у сумарному споживанні електроенергії завжди була відносно невелика. Однак їхня кількість значно перевищує кількість усіх інших споживачів електроенергії. Нині через падіння промислового виробництва споживання електроенергії побутовими споживачами у відсотковому відношенні значно зросло. Розрахунки з побутовими споживачами займають велику питому вагу у роботі енергозбуту [1].

В останні роки розвиток інформаційних технологій та засобів зв'язку відкриває нові можливості для вдосконалення систем обліку електроенергії. Впровадження сучасних технологій передачі даних, таких як бездротові мережі, оптоволоконні лінії зв'язку та інтелектуальні вимірювальні прилади (Smart Meters), дозволяє суттєво підвищити точність, оперативність та надійність обліку електроенергії. Так, бездротові мережі використовують радіоканали для передачі даних із лічильників на центральний сервер. Найбільш поширеними технологіями є Wi-Fi, ZigBee, LoRaWAN та NB-IoT.

Оптоволоконні лінії зв'язку забезпечують високу швидкість та надійність передачі даних, але вимагають значних інвестицій у прокладку кабельної інфраструктури.

Стільникові мережі (2G/3G/4G/5G) дозволяють здійснювати збір даних із лічильників, розташованих у віддалених районах, де відсутня інша інфраструктура зв'язку.

Наприклад, системи побудовані на технології LoRaWAN, використовують такі технології [2, 3]:

- вузькосмугова передача даних (narrow-band) – дані передаються у вузькій смузі частот (приблизно 125 кГц) у діапазоні 860-928 МГц. Це забезпечує хорошу стійкість до перешкод і дальність зв'язку (до 10 км в міських умовах. Частотна модуляція (FSK) – для модуляції використовуються дві несучі частоти (868,1 МГц і 868,3 МГц), між якими перемикаються в залежності від даних, що передаються. Це дозволяє досягти високої завадостійкості сигналу;

- спрединг фактор – для розширення смуги пропускання та підвищення пропускної спроможності каналу використовується технологія спредингу (розширення спектру). Сигнал модулюється на 128 можливих частотах смуги 125 кГц, тобто ефективна смуга пропускання становить 16 МГц. Це дозволяє досягти пропускну здатність до 1 Мбіт/с.

Впровадження сучасних технологій передачі даних, таких як LoRaWAN, значно підвищує ефективність обліку електроенергії в побутовому секторі завдяки високій надійності, стійкості до перешкод і низькому енергоспоживанню. Компанії, такі як Cisco, Semtech та Orange, активно використовують цю технологію для створення безпечних і масштабованих мереж, що дозволяє збирати дані з віддалених лічильників та оптимізувати управління енергоспоживанням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

4. Бабенко О. В., Матвійчук А. О., Захаров В. В. Автоматизована система комерційного обліку електроенергії. LI Науково-технічна конференція факультету електроенергетики та електромеханіки. Вінниця. 2022. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2022/schedConf/presentations>
5. ДСТУ 5003.2:2008 Автоматизовані системи обліку електричної енергії. Терміни та визначення понять. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=55923
6. ДСТУ ІЕС 61000-4-30:2010 Електромагнітна сумісність. Частина 4-30. Методи випробу-

УДК 621.311.243

Ковган О. Г., магістрант, Савойський О. Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ

У сучасних умовах глобального зростання енергетичних потреб, обмеженості традиційних енергоресурсів та необхідності зменшення негативного впливу на навколишнє середовище питання впровадження відновлюваних джерел енергії набуває особливої актуальності. Одним із найбільш ефективних і екологічно безпечних способів генерації електричної енергії є використання сонячної енергії за допомогою фотоелектричних установок (ФЕУ). Фотоелектричні системи функціонують на основі перетворення сонячного випромінювання на електричну енергію через фотомодулі, що складаються з напівпровідникових елементів, які забезпечують пряме перетворення світлової енергії у електричну. Однією з ключових переваг впровадження ФЕУ для електропостачання споживачів є можливість локальної генерації електроенергії, що дозволяє значно зменшити залежність від централізованих джерел та підвищити надійність енергопостачання. Це особливо важливо для сільських, віддалених або ізольованих районів, де будівництво та утримання традиційної електричної інфраструктури є економічно невигідним. Локальна генерація дає змогу знизити втрати енергії при передачі, підвищити автономність споживачів і забезпечити стабільне електропостачання навіть за умов нестабільності центральної мережі.

Впровадження фотоелектричних установок має значні екологічні та економічні переваги. Використання сонячної енергії дозволяє зменшити викиди парникових газів та шкідливих речовин, що утворюються при спалюванні викопних видів палива, тим самим знижуючи антропогенне навантаження на атмосферу. Крім того, застосування ФЕУ сприяє підвищенню енергоефективності споживання, зменшенню витрат на придбання електроенергії та оптимізації енергетичних ресурсів. Сучасні технології виробництва фотомодулів дозволяють досягати високих коефіцієнтів перетворення (понад 20 % у промислових кремнієвих модулях) та тривалого терміну експлуатації (20–30 років), що робить їх економічно вигідними для споживачів різних категорій. Перспективи впровадження ФЕУ також пов'язані з розвитком систем накопичення електроенергії та інтелектуальних систем управління. Батареї та акумулятори дозволяють зберігати надлишкову енергію, вироблену в сонячні години, та забезпечувати стабільне електропостачання у нічний час або при похмурій погоді.

Державна політика та економічні стимули відіграють важливу роль у розвитку фотоелектричних систем. Програми підтримки відновлюваної енергетики, «зелені» тарифи та податкові пільги стимулюють приватні інвестиції та сприяють швидшому впровадженню ФЕУ як у промисловості, так і в побутовому секторі. У багатьох країнах світу, включно з Україною, спостерігається стабільне зростання встановлених потужностей сонячних електростанцій, що підтверджує економічну та соціальну ефективність цих рішень. Крім того, розвиток фотоелектричних установок має соціально-економічний ефект: створюються нові робочі місця у сфері виробництва, монтажу, обслуговування та інженерного супроводу сонячних систем, підвищується рівень технологічної грамотності населення та формуються умови для сталого розвитку регіонів.

Впровадження фотоелектричних установок для електропостачання споживачів є не лише ефективним інструментом зменшення навантаження на традиційні енергомережі, а й стратегічним кроком на шляху до переходу на відновлювані джерела енергії. Перспективи їх розвитку охоплюють як містоутворюючі території, так і сільські регіони, забезпечуючи надійність, економічність та екологічну безпеку енергопостачання. Впровадження ФЕУ стимулює розвиток енергетичної автономності, економічної стабільності та технологічного про-

гресу, роблячи їх невід'ємною складовою сучасної стратегії сталого розвитку енергетичного сектору.

УДК 621.316.54

Крижний А.О., магістрант, Сіренко В.Ф., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВ «ТЕХНО-БІО-ЕНЕРГО-СЕРВІС» М. СУМИ

Електропостачання промислових підприємств, особливо тих, що пов'язані з переробкою біомаси та деревини, потребує стабільності, надійності та високої енергетичної ефективності. ТОВ «Техно-Біо-Енерго-Сервіс» здійснює виготовлення енергетичних брикетів і пелет, обслуговує котельні установки, що працюють на біопаливі, тому безперебійне електроживлення є критично важливим для виробничого процесу. Аналіз показав, що підприємство споживає понад 600 тис. кВт·год електроенергії на рік, причому близько 70 % цієї енергії припадає на електродвигуни технологічного обладнання та системи вентиляції.

Поточна система електропостачання побудована за традиційною схемою — живлення здійснюється від трансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ з радіальними лініями. Дослідження режимів показало, що значна частина кабельних ліній експлуатується понад 20 років, має підвищений рівень втрат через зношення ізоляції та перевищення допустимих струмових навантажень у пікові години. Такі умови призводять до зниження якості електроенергії — фіксуються коливання напруги в межах ± 8 %, а коефіцієнт потужності в середньому становить 0,75–0,8, що є нижчим за нормативне значення 0,9.

Для підвищення ефективності роботи системи запропоновано комплекс заходів. Перш за все, доцільно встановити компенсуючі установки потужністю 150–200 квар у головних розподільчих щитах, що дозволить знизити реактивне навантаження на мережу, підвищити коефіцієнт потужності до 0,95 і зменшити втрати електроенергії в лініях приблизно на 6–8 %. Крім того, рекомендується здійснити заміну трансформаторів на сучасні енергоефективні моделі з пониженими втратами холостого ходу, що дасть змогу заощадити близько 10–12 тис. кВт·год щорічно.

Важливою складовою модернізації є впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ). Вона дозволить вести детальний моніторинг енергоспоживання по кожній ділянці, визначати пікові навантаження, виявляти нераціональні витрати та здійснювати аналіз якості електроенергії за показниками ДСТУ EN 50160:2013. Завдяки впровадженню АСКОЕ можливе скорочення витрат електроенергії на 10–15 % за рахунок оптимізації графіків роботи обладнання.

З метою забезпечення енергетичної незалежності підприємства та зменшення витрат на електроенергію запропоновано встановити гібридну сонячну електростанцію потужністю 40 кВт з акумуляторним резервом ємністю 60 кВт·год. Річне виробництво електроенергії становитиме близько 46–50 тис. кВт·год, що дозволить частково покривати денні навантаження, а також забезпечувати аварійне живлення критично важливих систем. Термін окупності інвестицій у проєкт становитиме близько 5–6 років, при цьому зменшення споживання з мережі дасть економію близько 350 тис. грн на рік.

Окрему увагу приділено питанням енергетичного менеджменту. Для підприємства доцільно впровадити систему моніторингу енергоефективності відповідно до вимог ISO 50001:2018. Регулярне проведення енергоаудиту, оптимізація графіків роботи електродвигунів, модернізація системи освітлення шляхом переходу на LED-технології, а також ізоляція струмопровідних частин і кабелів у старих електрощитових забезпечать додаткове скорочення споживання електроенергії на 5–7 %.

Реалізація запропонованих заходів дозволить зменшити загальні технічні втрати електроенергії з 9,2 % до 5,3 %, підвищити надійність електропостачання, покращити якість електричної енергії, а також знизити собівартість продукції. Комплексна модернізація системи

електропостачання ТОВ «Техно-Біо-Енерго-Сервіс» сприятиме створенню сучасної, гнучкої, автоматизованої енергетичної інфраструктури, здатної адаптуватися до змін навантаження та забезпечувати стабільну роботу технологічних процесів.

УДК 621.311.243

Дегтярьов С. Г., магістрант, Сіренко В. Ф., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ГІБРИДНОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ У СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

У сучасних умовах підвищення тарифів на енергоресурси, збільшення потреби у енергетичній незалежності та посилення вимог до надійності електропостачання зростає актуальність застосування відновлюваних джерел енергії у побутовому секторі. Одним із перспективних напрямів розвитку децентралізованих систем електропостачання є гібридні сонячні електростанції (ГСЕС), що поєднують фотоелектричні модулі, акумуляторні батареї та резервне джерело живлення у вигляді централізованої мережі або дизель-генератора. Такі системи забезпечують стабільне електропостачання при змінному навантаженні та коливаннях сонячної радіації, що особливо важливо для приватних будинків і малих об'єктів інфраструктури.

Метою даного дослідження є оцінка ефективності роботи гібридної сонячної електростанції у системах електропостачання побутових споживачів із урахуванням сезонної та добової зміни інсоляції, профілю споживання електроенергії та характеристик акумуляторних систем. Основними завданнями є визначення енергетичного балансу системи, оцінка рівня самозабезпечення побутових споживачів електроенергією за рахунок відновлюваних джерел, аналіз впливу режимів експлуатації акумуляторних батарей на надійність та ефективність роботи системи, а також формування рекомендацій щодо оптимізації параметрів ГСЕС.

Дослідження базується на реально вимірних даних виробництва електроенергії сонячною станцією з 18 фотомодулями протягом року, а також фактичного споживання електроенергії побутовим домогосподарством. Для оцінки ефективності системи проведено аналіз енергетичного балансу по місяцях, а також розраховано коефіцієнт покриття потреб домогосподарства електроенергією, що дозволяє визначити рівень автономності системи у різні пори року. У табл. 1 представлені дані по місяцях року щодо виробленої та спожитої електроенергії, а також обчислений відсоток покриття споживання електроенергії сонячною станцією. На рис. 1 наведено графічні залежності генерації та споживання енергії.

Таблиця 1. Кількість виробленої та спожитої електроенергії та рівень самозабезпечення ГСЕС

Місяць	Вироблено, кВт·год	Спожито, кВт·год	% покриття споживання
Січень	320	550	58
Лютий	410	520	79
Березень	520	540	96
Квітень	650	560	116
Травень	780	570	137
Червень	810	580	140
Липень	790	590	134
Серпень	750	580	129
Вересень	620	560	111
Жовтень	510	570	89
Листопад	400	560	71
Грудень	310	550	56

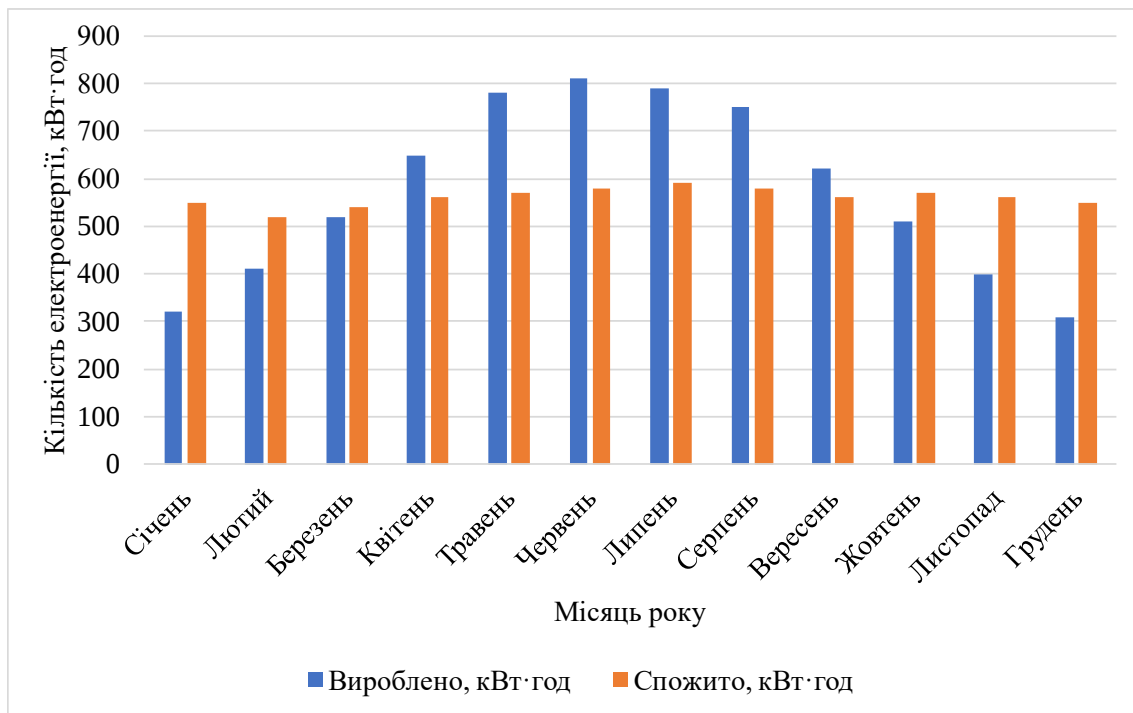


Рис. 1. Кількість виробленої електроенергії СЕС із 18 фотомодулями та спожитої енергії протягом року

Аналіз отриманих результатів показує, що сонячна електростанція забезпечує повне покриття споживання електроенергії в літні місяці, перевищуючи потреби домогосподарства. Це дозволяє акумуляторним батареям накопичувати надлишкову енергію для подальшого використання в осінньо-зимовий період, коли виробництво сонячної електроенергії знижується. Найнижчі показники покриття споживання спостерігаються в грудні та січні, що обумовлено меншою інсоляцією та коротшим світловим днем.

Сезонний аналіз результатів показує, що зимовий період потребує додаткового використання акумуляторів або підключення резервного джерела живлення для забезпечення стабільності електропостачання. Весняний період характеризується швидким збільшенням виробленої електроенергії та повним покриттям потреб, що дозволяє попередньо зарядити батареї для використання в літній та осінній період. Літній період демонструє максимальну ефективність ГСЕС, коли вироблена енергія суттєво перевищує потреби споживача, що забезпечує високий рівень автономності. Осінній період поступово зменшує виробництво енергії, проте при правильно підібраній ємності акумуляторів це не призводить до дефіциту енергії.

Важливо підкреслити, що для підвищення ефективності роботи гібридної сонячної електростанції слід враховувати не лише сезонні коливання сонячної інсоляції, а й характеристики споживання домогосподарства, зокрема пікові навантаження у вечірній час та мінімальні витрати у нічний період. Оптимізація ємності акумуляторних батарей та алгоритмів керування потоками енергії дозволяє забезпечити максимально можливе покриття потреб споживача, знизити навантаження на центральну мережу та підвищити економічну ефективність системи.

Таким чином, впровадження гібридних сонячних електростанцій у побутовому секторі є доцільним і перспективним напрямом розвитку децентралізованих систем електропостачання. Використання ГСЕС дозволяє підвищити надійність та стабільність електропостачання, зменшити витрати на централізовану електроенергію, забезпечити автономність домогосподарства та сприяти широкому використанню екологічно чистих джерел енергії. Отримані результати можуть бути використані для проєктування та оптимізації гібридних сонячних систем у приватних будинках, малих підприємствах та соціально важливих об'єктах, де критичною є безперебійна подача електроенергії.

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ГІБРИДНИХ ЕНЕРГОСИСТЕМ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

У сучасних умовах ключову роль у розвитку аграрного сектору відіграють цифровізація, автоматизація та інтеграція відновлюваних джерел енергії у виробничі процеси. Застосування гібридних енергосистем (ГЕС), що поєднують фотоелектричні установки, акумуляторні батареї та резервні джерела живлення, дозволяє забезпечити безперервність енергопостачання, підвищити енергоефективність і зменшити залежність господарств від зовнішніх мереж.

Метою роботи є оптимізація параметрів гібридної енергосистеми перепелятника фермерського господарства «Джмелик» (Роменський район, Сумська обл.) з урахуванням кліматичних умов, добових графіків споживання електроенергії та впровадження інтелектуальних систем керування енергією. Завдання дослідження включали підбір конфігурації обладнання, моделювання роботи системи в програмному середовищі HOMER Pro, аналіз ефективності енергоменеджменту та оцінку економічних результатів модернізації.

Моделювання проводилось на основі метеорологічних даних SolarGIS. Аналіз показав, що оптимальний кут нахилу сонячних панелей у весняно-осінній період становить 35°, що збільшує генерацію електроенергії на 8–9% порівняно з фіксованим нахилом 25°. Заміна свинцево-кислотних батарей на літій-залізо-фосфатні (LiFePO₄) дозволила скоротити втрати енергії при циклуванні на 12–15%, а також продовжити термін служби акумуляторів із 4–5 до 10 років.

Для підвищення надійності роботи системи впроваджено GSM-контролер енергоменеджменту, який у режимі реального часу коригує роботу інвертора та резервного генератора на основі прогнозу сонячної активності та навантаження. Завдяки цьому вдалося повністю усунути непланові простої системи електроживлення перепелятника, забезпечивши стабільну роботу інкубаторів і систем мікроклімату навіть у періоди мінімальної інсоляції.

Таблиця 1 – Основні показники оптимізованої гібридної енергосистеми ФГ «Джмелик»

Показник	До оптимізації	Після оптимізації	Зміна, %
Електрична потужність СЕС, кВт	6	8	33
Ємність акумуляторної батареї, кВт·год	18	24	33
Тип акумулятора	Свинцево-кислотний	LiFePO ₄	–
Середньорічна генерація, кВт·год/рік	9 200	10 800	17
Втрати енергії при циклуванні, %	18	6	–67
Автономність енергопостачання, %	84	92	9,5
Споживання пального генератором, л/рік	530	180	–66
Термін окупності системи, років	6,3	4,9	–22

Отримані результати підтверджують, що впровадження інтелектуального енергоменеджменту та оновлення елементної бази системи значно підвищують її ефективність. Зокрема, рівень енергетичної автономії зріс до 92%, а споживання пального резервним генератором скоротилось на 350 л/рік. Економічна ефективність покращилась за рахунок зменшення експлуатаційних витрат і продовження терміну служби обладнання. Крім того, цифрові інструменти моніторингу дозволяють вести аналітику енергоспоживання та прогнозувати поведінку системи.

СУЧАСНІ ПРОГРАМНІ КОМПЛЕКСИ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ

Числове моделювання стало базовим інструментом проєктування фотоелектричних систем (ФЕС), оскільки дозволяє відтворювати їх роботу у річному циклі клімату, за різних конфігурацій електричної частини та топології майданчика, без тривалих і витратних натурних експериментів. На відміну від стендових випробувань, моделі оперують повним ланцюгом залежностей – від метеоданих до вольт-амперних характеристик (ВАХ) модуля та логіки інвертора – і дають змогу порівнювати варіанти до стадії закупівель. Історично інструменти моделювання пройшли шлях від спрощених емпіричних калькуляторів до повноцінних 3D-пакетів, що дозволяють проєктувати та розраховувати електричні втрати від затінення, використовуючи широкі бази характеристик сучасного обладнання та виконувати техніко-економічні розрахунки. У даний час золотим стандартом у різних сегментах ринку є зв'язка кількох класів програмного забезпечення (ПЗ): 3D-CAD систем, детальних симуляторів з можливістю аналізу впливу затінення, браузерних систем для аналізу комерційних та промислових об'єктів, відкритих наукових платформ з прозорою методологією. Нижче наведено короткий аналіз основних з них.

PV*SOL premium робить ставку на швидке створення сцени об'єкта на основі супутникового зображення або відповідної йому цифрової моделі рельєфу з автоматизованим 3D-генеруванням будівель, дерев і рельєфу, після чого виконує детальний аналіз тіней і динамічну симуляцію електричних параметрів з урахуванням наявності накопичувачів та електричних навантажень. Такий підхід особливо ефективний у міській забудові або на дахах зі складною динамікою тіней.

HelioScore – браузерний комплекс, спрямований на комерційно-промисловий сегмент, що дозволяє створювати швидкі макети, електричні схеми, виконувати аналітичні дослідження, у тому числі впливу затінення та моделювати роботу біфасіальних установок і оцінювати їх надійність. Перевагою комплексу є можливість спільної роботи та створення швидких ескізних рішень, проте він має менш прозору методику моделювання.

NREL SAM (System Advisor Model) це відкритий і добре описаний інструмент. У ньому чітко визначено фотоелектричні моделі (детальна, PVWatts, CPV) і типові схеми техніко-економічних розрахунків для різних типів проєктів, тому результати легко перевіряти та відтворювати. Його головна перевага – прозорість методики та наявність прикладів. Водночас для складних об'єктів із нестандартними тіннями та геометрією SAM потребує більше тонких налаштувань сцени, ніж інше спеціалізоване ПЗ. Як правило його поєднують з іншими програмами, що будують детальну просторову модель, а потім передають дані для енергетичних і техніко-економічних розрахунків до SAM.

SolarPro (Laplace System Co., Ltd.) – професійний інженерний симулятор, який поєднує точне електричне моделювання ФЕС з урахуванням ВАХ виробників обладнання, власну систему 3D-CAD для створення моделей, може виконувати метеорологічні розрахунки за географічними координатами та визначати вплив затінення. Програмний комплекс формує енергетичний баланс, графіки сонячної радіації, експортує звіти у зовнішні текстові редактори, що зручно для подальшого техніко-економічного аналізу. У нових версіях додано симуляцію біфасіальних модулів, що суттєво підвищує адекватність розрахунків для сучасних ФЕС.

Узагальнюючи результати порівняльного аналізу, треба відзначити, що вибір ПЗ визначає не лише швидкість передпроєктного моделювання, а й достовірність енергетичних прогнозів та повноту техніко-економічного обґрунтування. PV*SOL premium забезпечує найоперативніше формування 3D-сцени в умовах складної міської геометрії, HelioScore є доцільним для швидких варіантних проєктів, а NREL SAM гарантує прозорість методології для аналітичної перевірки енергетичних та економічних припущень. Водночас саме SolarPro демонструє найбільш збалансоване поєднання точності електричного моделювання та просторової деталізації: у межах одного середовища реалізовано повноцінний 3D-CAD, коректну

роботу з ВАХ модулів за довідниками виробників, врахування метеопараметрів і впливу затінення, а також підтримку біфасіальних масивів і формування вичерпних звітів для подальшої техніко-економічної оцінки ФЕС. На практиці це означає, що SolarPro мінімізує необхідність послідовного використання кількох інструментів на ключових етапах – від створення геометрії до детальної електричної симуляції та підготовки вихідних даних для економічних розрахунків. Його інтегрована архітектура дозволяє, знаходячись у єдиному проєктному просторі, проводити комплексний чутливісний аналіз до вибору модулів і інверторів, сценаріїв затінення, кліматичних впливів і експлуатаційних режимів, зберігаючи узгодженість припущень між етапами моделювання. На відміну від інструментів, орієнтованих переважно на швидке створення сцени моделювання, SolarPro поєднує високу точність моделювання з достатньо повною просторовою і кліматичною компонентою, що забезпечує відтворюваність результатів у типових інженерних сценаріях без необхідності використання додаткових зовнішніх програмних модулів.

УДК 621.311.243

Мірошниченко І. А., магістрантка, Савойський О. Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ПОСИЛЕННЯ ІЗОЛЯЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Надійність роботи розподільчих електричних мереж середньої напруги (6–35 кВ) має вирішальне значення для забезпечення стабільного електропостачання споживачів. Лінії напругою 10 кВ становлять основу системи розподілу електроенергії, з'єднуючи підстанції з житловими, промисловими та сільськогосподарськими об'єктами. Будь-які порушення їхньої роботи призводять до значних економічних збитків, втрати електроенергії, а також зниження якості постачання. За даними енергетичних підприємств, близько 60–70 % аварій у мережах середньої напруги пов'язані саме з пошкодженнями або деградацією ізоляції, що свідчить про актуальність впровадження систем її посилення.

Системи посилення ізоляції – це комплекс сучасних технічних засобів, спрямованих на підвищення електричної міцності повітряних ліній, захист елементів мережі від атмосферних і механічних впливів, а також від коротких замикань, спричинених птахами, дрібними тваринами чи забрудненням поверхонь [1]. Практичний досвід експлуатації таких систем свідчить, що їх використання дає змогу зменшити кількість аварійних відключень на 30–50 %, а в складних кліматичних умовах – навіть до 70 %. У результаті підвищується показник надійності мережі, знижується кількість перерв у електропостачанні та подовжується строк служби обладнання.

Одним із найефективніших засобів є застосування ізоляційних покриттів типу MVLC (Medium Voltage Line Cover), які забезпечують додатковий захист проводів без необхідності їхньої заміни. Покриття виготовляються з високоякісних полімерів – зшитого поліетилену або силіконового каучуку, стійких до ультрафіолетового випромінювання, вологи, озону та перепадів температур. Випробування, проведені на лініях електропередачі в Польщі, Чехії та Литві, показали, що використання MVLC дозволило зменшити кількість пробіїв між фазами на 45 %, підвищити опір ізоляції проводів на 25–30 %, а втрати електроенергії через часткові розряди скоротити на 0,8–1,2 %. Термін експлуатації ліній після модернізації зріс з 25 до 40 років. Український досвід також підтверджує ці результати: на модернізованих ділянках повітряних ліній 10 кВ у сільських районах кількість аварій через контакт проводів із гілками дерев скоротилася у чотири рази, а тривалість відключень споживачів зменшилася на 35 % [2, 3].

Важливою складовою систем посилення ізоляції є застосування захисних кожухів BirdCap (BCIC), призначених для запобігання контакту птахів із струмоведучими частинами. Ця проблема має не лише технічний, а й екологічний характер, адже, за даними BirdLife Europe, щороку на лініях 6–20 кВ гинуть тисячі птахів, що призводить не лише до еко-

логічних наслідків, а й до коротких замикань. Після встановлення BirdCar кількість аварій, спричинених птахами, зменшується на 70–90 %, середній показник тривалості відключень SAIDI скорочується на 15–20 %, а кількість повторних аварій у грозовий період знижується на 25 %. Такі кожухи виготовляються з еластичних полімерних матеріалів, стійких до ультрафіолету та перепадів температур, і можуть експлуатуватися понад 20 років без втрати властивостей. Крім того, використання BirdCar відповідає екологічним стандартам Європейського Союзу, які вимагають забезпечення захисту фауни на інфраструктурних об'єктах [4].

Не менш важливу роль відіграють ізоляційні корпуси BCIC та BCAC, які встановлюються на анкерних і підтримувальних затискачах, тобто в місцях, що найчастіше піддаються впливу вологи, пилу, солей або агресивного промислового середовища. Такі корпуси значно зменшують ризик виникнення поверхневих розрядів, коронування та міжфазних перекриттів. Результати досліджень компанії TE Connectivity (Франція) показують, що використання ізоляційних корпусів знижує рівень часткових розрядів у зонах з'єднань на 60 %, підвищує електричну міцність вузлів на 25 % і скорочує частоту коротких замикань у вологих регіонах майже на 40 %. В Україні подібні системи ефективно застосовуються в прибережних районах, зокрема в Миколаївській, Одеській та Запорізькій областях, де традиційна керамічна ізоляція швидко деградує через морське повітря та пилові відкладення.

Доповненням до ізоляційних систем є маркувальні елементи AFD (Aerial Flight Deterrent), які встановлюються на проводах повітряних ліній для підвищення їхньої видимості. Хоча ці пристрої не виконують безпосередньо функцію ізоляції, вони опосередковано підвищують надійність ліній, запобігаючи зіткненню птахів або малих літальних апаратів з проводами. Практичні дані свідчать, що застосування маркерів AFD дозволяє зменшити кількість механічних пошкоджень проводів на 80–90 %, скоротити кількість обривів на 0,2–0,3 випадки на 10 км лінії за рік, а також підвищити загальну безпеку польотів у межах трас електропередач [3, 4].

Впровадження систем посилення ізоляції має не лише технічний, а й виражений економічний ефект. За оцінками операторів розподільчих мереж, повна окупність витрат на встановлення систем MVLC і BirdCar досягається протягом двох-трьох років за рахунок скорочення кількості аварій, зменшення ремонтних витрат та зниження втрат електроенергії. Річна економія електроенергії становить у середньому від 0,5 до 1 %, а витрати на технічне обслуговування ізоляційних елементів знижуються приблизно на 40 %. У результаті підвищується якість електропостачання, зменшується кількість скарг споживачів на перебої та досягається більш рівномірне навантаження на мережу.

Системи посилення ізоляції є важливою складовою сучасної стратегії підвищення надійності електричних мереж середньої напруги. Їх застосування дозволяє знизити аварійність на 40–60 %, продовжити термін служби ізоляційних матеріалів до 35–40 років, підвищити коефіцієнт готовності мережі з 0,985 до 0,995 і скоротити середню тривалість відключень споживачів на 15–25 %. Крім того, такі заходи сприяють зменшенню втрат електроенергії на 0,5–1,5 %, підвищенню енергоефективності та екологічної безпеки [5].

Впровадження систем MVLC, BCIC, BCAC, BirdCar та AFD у мережах 10 кВ є комплексним рішенням, що поєднує технічну надійність, економічну доцільність і відповідність екологічним вимогам. Застосування цих технологій в Україні є необхідним етапом модернізації енергетичної інфраструктури, спрямованої на підвищення ефективності, стабільності та якості електропостачання споживачів у відповідності до сучасних європейських стандартів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hoduń, P., Kaczmarek, M., Kaczmarek, M. Reliability Assessment of MV Power Connections. Energies, MDPI, 2021. <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/21/6965>
2. Kaczmarek, M., Hoduń, P., Kaczmarek, M. Reliability and Cost Assessment Methodology of Medium-Voltage Feeder Lines. ETH Zurich, 2017. <https://www.research-collection.ethz.ch/bitstreams/134a6dbd-e681-4fea-9c17-ad028b320eb7/download>

3. Barrientos, R., Alonso, J.C., Ponce, C., Palacín, C. Meta-analysis of the effectiveness of marked wire in reducing avian collisions with power lines. *Conservation Biology*, 2011. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21676031/>
4. Wu, M., Zhang, X., Liu, Y. Research on reliability evaluation method of anchor cable support based on the Wiener process. *PubMed Central*, 2025. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12098854/>
5. Avian Power Line Interaction Committee (APLIC). Reducing Avian Collisions with Power Lines. Edison Electric Institute, 2012. https://www.aplic.org/uploads/files/11218/Reducing_Avian_Collisions_2012watermarkLR.pdf

УДК 621.311.017

Чайка Г. І., магістрантка, Кравченко В. О., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Втрати електроенергії у сучасних електричних мережах залишаються однією з ключових проблем енергетики, оскільки вони безпосередньо впливають на економічну ефективність виробництва та передачі електроенергії, а також на екологічну безпеку. Згідно з даними Міжнародного енергетичного агентства, середній рівень втрат у розподільчих мережах традиційного типу може досягати 6–8% від виробленої електроенергії, тоді як у деяких країнах із сучасними технологіями цей показник скорочено до 3–4%. В умовах зростання попиту на електричну енергію особливо важливим стає питання пошуку ефективних методів зниження втрат і підвищення енергоефективності всієї системи електропостачання.

Втрати електроенергії у мережах можна поділити на активні та реактивні. Активні втрати виникають через нагрівання провідників та обладнання під час проходження струму і залежать від опору ліній, трансформаторів і інших елементів. Чим більший струм навантаження і довжина лінії, тим більше енергії перетворюється на тепло, що не виконує корисної роботи. Реактивні втрати, навпаки, пов'язані з наявністю індуктивних і ємнісних елементів у мережі. Вони зумовлюють додаткові струми реактивної потужності, які не виробляють корисної активної роботи, проте створюють додаткове навантаження на провідники та трансформатори, що збільшує втрати в мережі. Для ефективного зменшення загальних втрат необхідно враховувати обидва типи і проводити комплексний аналіз кожного сегмента електричної мережі.

Одним із найбільш традиційних та ефективних методів зниження втрат є підвищення рівня напруги на лініях електропередачі. Підвищення напруги дозволяє зменшити струм, що протікає через провідники при однаковій потужності, що напряму знижує активні втрати, оскільки вони пропорційні квадрату струму. Цей метод особливо ефективний на магістральних високовольтних лініях, де відстані передачі значні і втрати на нагрівання можуть досягати суттєвої частки переданої енергії. Підвищення напруги з 110 кВ до 220–500 кВ дозволяє скоротити втрати на передачі до 20–30%, що підтверджується як експериментальними вимірами, так і практичними даними енергетичних компаній. Однак застосування цього методу на локальних розподільчих мережах економічно неефективне через високу вартість обладнання та додаткові вимоги до ізоляції [1].

Зниження активних втрат можливо також шляхом використання проводів з меншим електричним опором. Використання мідних провідників або алюмінієвих проводів із великим перерізом дозволяє значно скоротити нагрівання і втрати у лініях. Сучасні композитні провідники, такі як ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced), поєднують міцність сталевого сердечника і низький опір алюмінієвої оболонки, що дозволяє збільшувати довжину прольотів без значного підвищення втрат. У порівнянні зі стандартними алюмінієвими провідниками, застосування таких матеріалів дає зниження втрат на 15–20%, що особливо важливо для ліній середньої та високої напруги [2].

Реактивна потужність є джерелом додаткових втрат, і її корекція значно підвищує ефективність роботи мережі. Компенсація здійснюється шляхом установки конденсаторних батарей, статичних або синхронних компенсаторів, які зменшують струми реактивної потужності у провідниках. Це зменшує активні втрати і підвищує коефіцієнт використання пропускної здатності ліній. Особливо ефективною компенсація є у густонаселених районах, де реактивні навантаження складають значну частку загального споживання. Впровадження компенсаційних систем дозволяє скоротити втрати до 30–40% на сегментах розподільчих мереж середньої напруги [3].

Сучасні підходи до організації електричних мереж включають оптимізацію їх конфігурації. Перетворення радіальних мереж у кільцеві або впровадження мікросекційних перемикань дозволяє скоротити довжину ліній, по яких передається електроенергія, та зменшити втрати. Крім того, автоматизовані системи керування мережею здатні оперативно регулювати потоки електроенергії, перенаправляти навантаження на менш завантажені ділянки та підтримувати рівномірне розподілення потужності. Такі методи дозволяють не лише зменшити втрати, але й підвищити надійність системи та її стійкість до аварійних режимів [4].

Інтелектуальні електричні мережі або Smart Grid передбачають впровадження сучасних засобів моніторингу, управління напругою та навантаженням у режимі реального часу. Завдяки постійному збору даних про споживання та стан елементів мережі можна виявляти зони перевантаження, оптимізувати роботу трансформаторів і регулювати потоки реактивної потужності. Практичні дослідження показують, що впровадження Smart Grid у міських розподільчих системах дозволяє зменшити втрати на 10–15% і підвищити загальну ефективність використання електроенергії. Крім того, ці технології створюють основу для інтеграції відновлюваних джерел енергії та електромобілів без суттєвого збільшення втрат у мережі [5].

Важливим аспектом зменшення втрат є застосування енергоефективного обладнання. Трансформатори з низькими втратами, високоефективні електродвигуни та регульовані пристрої споживання енергії дозволяють зменшити витрати електроенергії на всіх рівнях системи. Вибір обладнання з високим класом енергоефективності, наприклад EEI A+ або A++, забезпечує суттєву економію протягом тривалого періоду експлуатації та зменшує навантаження на електричну мережу [6].

Аналіз сучасних методів зниження втрат електроенергії показує, що найбільш ефективним є комплексний підхід, який поєднує технологічні та управлінські заходи. Підвищення напруги передачі, використання провідників з низьким опором, компенсація реактивної потужності, оптимізація конфігурації мережі, впровадження інтелектуальних систем управління та застосування енергоефективного обладнання дозволяють значно знизити втрати, підвищити економічну ефективність і зменшити негативний вплив на довкілля. Такий підхід є ключовим для забезпечення сталого розвитку енергетичної системи та ефективного використання енергоресурсів у сучасних умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Widagdo, R. S. (2025). Voltage regulation and power loss analysis on 500 kV transmission lines. *International Journal of Electrical Engineering and Power Systems*. <https://www.ijeepse.id/journal/index.php/ijeepse/article/view/221>
2. Riba, J. R. (2022). On-line core losses determination in ACSR conductors. *Materials*, 15(17), 6143. <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/17/6143>
3. Nguyen, T. T. (2021). An effective reactive power compensation method and a study on its application. *Complexity*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2021/8346738>
4. Musaruddin, M. (2024). Optimizing network reconfiguration to reduce power loss in distribution systems. *ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772671124001797>
5. Gabriel, L. M. N. (2025). Investigation of smart grid technologies deployment for energy loss reduction. *ScienceDirect*.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773186325000179>

6. Zaman, K. (2025). Efficiency metrics: Assessing the impacts of grid reliability on energy efficiency in smart systems. Energy Research Letters. <https://erl.scholasticahq.com/article/94671-efficiency-metrics-assessing-the-impacts-of-grid-reliability-on-energy-efficiency-in-smart-systems>

УДК 636.4.033

Шкарупа В. О., магістрант, Сіренко В.Ф., к.т.н., доцент, ШНАУ, Суми, Україна

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ТРАНСФОРМАТОРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРИСТРОЮ ABB RET 670

Сучасні енергетичні системи потребують високого рівня надійності, швидкодії та гнучкості, що особливо важливо для забезпечення стабільності електропостачання споживачів. Одним із найважливіших елементів таких систем є релейний захист, який призначений для своєчасного виявлення та усунення пошкоджень електричного обладнання. Вихід з ладу силових трансформаторів, які виконують ключову роль у перетворенні та передачі електроенергії, може призвести до значних економічних втрат, пошкодження обладнання, порушення технологічних процесів і навіть аварійних ситуацій. Тому підвищення ефективності та надійності систем релейного захисту трансформаторів залишається одним із пріоритетних завдань сучасної електроенергетики.

Традиційні системи релейного захисту, побудовані на електромеханічних або статичних реле, мають низку обмежень, які знижують їхню ефективність в умовах зростання вимог до стабільності енергосистем. Такі пристрої відзначаються невисокою швидкістю, обмеженою точністю, складністю налаштування та обслуговування, а також відсутністю можливості комплексного контролю за станом об'єкта захисту. Водночас розвиток мікропроцесорної техніки дозволив створити нове покоління релейного захисту, що поєднує високу точність, багатофункціональність, можливість автоматичної діагностики та інтеграції в системи автоматизованого керування технологічними процесами.

Одним із найбільш досконалих представників цього класу пристроїв є мікропроцесорний термінал ABB RET 670 серії Relion (рис. 1.), призначений для комплексного захисту та керування силовими трансформаторами різних типів і потужностей.



Рис. 1. Мікропроцесорний термінал ABB RET 670 серії Relion

Пристрій забезпечує реалізацію повного комплексу функцій основного і резервного захисту, автоматики, сигналізації та вимірювання, що дозволяє реалізувати комплексний підхід до захисту трансформатора. Мікропроцесорний термінал ABB RET 670 виконує функції диференційного, струмового, газового, температурного та земляного захисту, а також забезпечує автоматичне повторне вмикання, автоматичне введення резерву, блокування пуску та інші допоміжні режими.

Головною перевагою ABB RET 670 є застосування цифрових алгоритмів обробки сигналів, які дозволяють з високою точністю розпізнавати аварійні режими роботи трансформато-

ра. Це дає змогу відрізнити короткі замикання від пускових струмів або перехідних процесів, зменшувати кількість хибних спрацювань і запобігати відключенню обладнання без необхідності. Пристрій постійно виконує самодіагностику, контролює справність власних модулів, вимірювальних трансформаторів і каналів зв'язку, що значно підвищує рівень надійності системи. Крім того, ABB RET 670 підтримує сучасні комунікаційні стандарти, зокрема протокол IEC 61850, який забезпечує інтеграцію пристрою у цифрові підстанції та системи диспетчерського керування. Це дозволяє здійснювати моніторинг параметрів трансформатора, отримувати інформацію про спрацювання захисту, реєструвати осцилограми аварійних процесів і проводити аналіз стану обладнання в режимі реального часу.

У табл. 1 наведено порівняльну оцінку мікропроцесорного термінала ABB RET 670 серії Relion з традиційними системами електромеханічного релейного захисту трансформаторів.

Таблиця 1. – Порівняльна оцінка ефективності традиційного та мікропроцесорного релейного захисту трансформаторів

Параметр	Електромеханічний захист	Мікропроцесорний ABB RET 670
Середній час спрацювання	0,1–0,3 с	0,02–0,05 с
Точність вимірювання	±5–10 %	±1 %
Гнучкість налаштування	низька	висока (через РСМ600)
Можливість діагностики	відсутня	повна самодіагностика
Комунікація з АСУ ТП	неможлива	через IEC 61850
Реєстрація аварій	відсутня	автоматична збережена осцилограма

Як видно з табл. 1, впровадження ABB RET 670 дозволяє не лише підвищити чутливість і швидкодію захисту, а й забезпечити комплексну діагностику роботи трансформатора, що вкрай важливо для запобігання аварійних ситуацій.

Результати впровадження ABB RET 670 у системи релейного захисту на практиці свідчать про значне підвищення ефективності роботи трансформаторів. Зокрема, час спрацювання захисту скорочується до десятків мілісекунд, зменшується кількість хибних спрацювань, підвищується чутливість до внутрішніх пошкоджень обмоток, покращується контроль температури та струмів навантаження. Крім того, використання такого пристрою забезпечує підвищення коефіцієнта готовності системи релейного захисту та зниження витрат на обслуговування, оскільки більшість функцій моніторингу та діагностики виконується дистанційно.

Мікропроцесорний термінал ABB RET 670 сприяє переходу електроенергетичних систем до нового рівня автоматизації, який відповідає концепції Smart Grid. У межах цієї концепції елементи енергосистеми взаємодіють між собою в реальному часі, здійснюючи обмін даними, аналіз режимів роботи та автоматичне прийняття рішень у разі виникнення аварійних ситуацій. Застосування мікропроцесорного пристрою ABB RET 670 дозволяє реалізувати принципи побудови цифрових підстанцій, де замість традиційних мідних дротів використовуються волоконно-оптичні канали зв'язку. Це зменшує кількість кабелів, спрощує монтаж, підвищує електромагнітну сумісність і знижує капітальні витрати.

Експлуатаційні переваги ABB RET 670 доведені практикою застосування на підстанціях в Україні та за кордоном. Використання цього пристрою дозволяє скоротити середній час ліквідації аварійних ситуацій на 30–40 %, зменшити кількість хибних спрацювань більш ніж удвічі, підвищити коефіцієнт готовності системи захисту до 99,8 %, а також покращити енергоефективність системи завдяки точному контролю режимів роботи трансформаторів. Таким чином, впровадження мікропроцесорних пристроїв релейного захисту нового покоління є стратегічно важливим кроком у напрямі підвищення надійності, безпеки та енергоефективності електроенергетичного комплексу.

Використання мікропроцесорного термінала ABB RET 670 у системах релейного захисту силових трансформаторів забезпечує суттєве підвищення ефективності їх роботи, точності та надійності спрацювань, а також створює технічні передумови для цифрової трансформації

енергетики. Його впровадження сприяє реалізації сучасних концепцій Smart Grid, розвитку цифрових підстанцій і впровадженню принципів енергетичної безпеки нового рівня, що є актуальним напрямом розвитку галузі як в Україні, так і у світі.

УДК 621.09.048

Чернобук П.О., магістрант, Савойський О.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІБРИДНОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕПЕЛЯТНИКА

Сучасні тенденції розвитку аграрного сектору орієнтуються на впровадження енергоощадних технологій, автономних систем живлення та зниження вуглецевого сліду виробництва. Для господарств, що спеціалізуються на птахівництві, стабільне електропостачання є критичним фактором, адже від нього безпосередньо залежать мікрокліматичні умови, освітлення, інкубаційні процеси та системи вентиляції. Використання гібридних фотоелектричних систем у таких об'єктах забезпечує надійність живлення, зменшує витрати на енергоносії та сприяє екологізації виробництва.

Метою роботи є оцінка енергетичної та економічної ефективності функціонування гібридної сонячної електростанції (ГСЕС) для перепелятника фермерського господарства «Джмелик» Роменського району, Сумської області, з урахуванням локальних кліматичних та виробничих умов.

Встановлено, що середнє добове споживання електроенергії перепелятником становить 28–30 кВт·год, при цьому близько 40% витрачається на системи освітлення та вентиляції, 35% – на інкубаційне обладнання та системи обігріву, решта – на допоміжні потреби (насоси, автоматика тощо). Аналіз кліматичних даних показав, що середньорічна інсоляція для даного регіону становить 3,2–3,4 кВт·год/м²·добу, а середня кількість сонячних днів на рік перевищує 180, що створює сприятливі умови для ефективної роботи сонячних модулів.

Оптимальна конфігурація системи передбачає використання фотоелектричних панелей сумарною потужністю 7–8 кВт, з'єднаних із гібридним інвертором, який забезпечує автоматичний розподіл енергії між споживачами, акумуляторним блоком і мережею. Для накопичення надлишкової енергії використовується акумуляторна батарея ємністю 20–24 кВт·год, що дозволяє покривати енергоспоживання вночі або під час хмарної погоди. Як резервне джерело живлення застосовується бензогенератор потужністю 5 кВт, який активується у разі тривалого дефіциту сонячної енергії. Основні техніко-економічні показники системи наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Основні техніко-економічні параметри гібридної СЕС для перепелятника

Показник	Одиниця виміру	Значення
Потужність фотоелектричних панелей	кВт	8
Ємність акумуляторної батареї	кВт·год	24
Потужність резервного генератора	кВт	5
Середньодобове споживання електроенергії	кВт·год	30
Річна генерація електроенергії СЕС	кВт·год/рік	10 800
Частка покриття потреб за рахунок СЕС	%	88
Річна економія коштів	тис. грн	37
Зниження викидів CO ₂	т/рік	2,8
Термін окупності системи	років	6

Результати розрахунків показали, що така система здатна забезпечувати 88 % добової

потреби перепелятника в електроенергії, зменшуючи споживання з централізованої мережі до мінімуму. У порівнянні з повним мережевим живленням, щорічна економія коштів становить близько 37 тис. грн, що забезпечує термін окупності 6 років. Враховуючи термін служби фотоелектричних модулів понад 20 років, подальша експлуатація системи приносить чистий економічний прибуток.

Козін В. М., к.т.н., доцент, Подоляка С. А., магістрант, СНАУ, Суми, Україна

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРИ: СУЧАСНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ І НАПРЯМКИ ЗАСТОСУВАННЯ

Термоелектричні термотрансформатори (ТТ) – напівпровідникові пристрої, які перетворюють електричну енергію на спрямоване перенесення тепла – виокремилися в окремий клас твердотільних холодильних електротехнологій, що конкурують із традиційними компресійними циклами там, де важливі компактність, точність регулювання та відсутність шкідливого впливу холодильних агентів. Їх привабливість посилюється глобальним трендом на енергоефективність і декарбонізацію: кероване відведення тепла без рухомих частин, можливість локального керування температурою електроніки, утилізація відпрацьованого тепла у транспорті та промисловості. Сучасні ТТ використовують матеріали термоелектричних модулів (ТЕМ) із високою термоелектричною добротністю ZT , що впливає на їх енергоефективність, яку оцінюють коефіцієнтом термотрансформації ТЕМ $COP_{ТЕМ}$ та системним коефіцієнтом термотрансформації COP_{sys} загалом, що додатково враховує електричні втрати у допоміжних елементах електричної схеми, що забезпечують роботу ТЕМ (наприклад, приводи насосів, вентиляторів, системи керування, перетворення електроенергії тощо). Практичні результати, отримані у дослідженнях високопотужного охолодження процесорів за допомогою ТТ, дозволяють розширити коло застосувань ТЕМ – від центрів оброблення даних і оптичних систем до портативної електроніки та мікророботів із тепловим приводом.

Критичним чинником продуктивності термотрансформатора є добротність матеріалу $ZT = \alpha^2 \sigma T / \kappa$, що визначає $COP_{ТЕМ}$. Класичні телуридні системи на основі Bi_2Te_3 з оптимізацією легування для p та n -гілок залишаються стандартом для діапазону поблизу кімнатних температур. Водночас активно розвивається використання кобальтитів (перовськітоподібних кобальтових оксидів), скуттерудитів на основі антимонідів (типу $CoSb_3$ та «заповнених» RFe_4Sb_{12}), напівгейслерів класу XYZ (наприклад, $TiNiSn$, $ZrNiSn$, $TiCoSb$), а також тонких плівок та наноструктур, де ґраткову теплопровідність знижують легуванням, твердорозчинним і нанорозмірним розсіюванням фононів на межах зерен і шарів. Конструктивні прийоми – каскадування ступенів для великих перепадів температури ΔT , сегментація ніжок по висоті з градієнтом легування, мікротекстурування та керована пористість – дозволяють підлаштувати ефективні $\alpha(T)$, $R(T)$, $K(T)$ під робочий профіль навантаження. На практиці не менш важливою є інженерія інтерфейсів: тонкий і стабільний теплопровідний шар (ТІМ) з низьким контактним термічним опором, контроль притискання та геометрична повторюваність. Вибір між матеріалами ТІМ (термопастами, матеріалами зі зміною фазового стану, еластомерними прокладками і металевими поверхнями (індієві фольги, припої тощо)) визначає довготривалу стабільність ΔT і низьку деградацію протягом терміну експлуатації ТТ.

Розвиток термотрансформаторів тісно пов'язаний із силовою електронікою живлення. Сучасні понижувальні перетворювачі зі струмовим режимом керування, багатофазним інтерлівюванням і високим ККД перетворення дозволяють формувати майже ідеальний квазіпостійний струм через ТЕМ і тим самим збільшувати його ефективність. Контроль крутизни фронтів (dU/dt , dI/dt), належна фільтрація пульсацій ($\Delta I/I \leq 3\%$) та коректне розведення контурів заземлення забезпечують низькі джоулеві втрати і передбачувану теплову динаміку. На рівні керування зростає роль адаптивних алгоритмів: від PID із обмеженнями швидкості зміни струму до модельно-прогнозного керування, що з урахуванням оптимізованого алгоритму $I_{opt}(\Delta T, Q)$ утримує модуль у зоні максимального $COP_{ТЕМ}$ при змінних теплових навантаженнях. Паралельно верифіковані CAD/CAE-моделі – поєднання термо-, електро- та гідродина-

міки – стали стандартом для моделювання архітектури мікроканалів, підбору витрати теплоносія і оцінки похибок вимірювань до моменту побудови фізичного стенду.

Сучасні ТТ переходять із вузькоспеціалізованих до масових застосувань завдяки постійному прогресу у матеріалах з підвищеним ZT , у мікроархітектурі модулів і у силовій електроніці з високим ККД та низькими пульсаціями струму. Практика проєктування демонструє, що максимальна користь досягається там, де локальна перевага термоелектричних систем – миттєве, точне та локальне керування тепловим потоком – поєднується з системною оптимізацією гідравлічних процесів, електроживлення та керування. Мірою оцінки енергоефективності, яку треба брати як критерій оптимізації термоелектричних систем, є системний COP_{sys} із дотриманням обмежень за $\Delta I/I$ і $dI/d\tau$. Також доцільно застосовувати оптимізаційну алгоритмізацію $I_{opt}(\Delta T, Q)$ за робочим перепадом температур ΔT та навантаженням. На рівні конструкції необхідно віддавати перевагу тонким і стабільним ТІМ із керованим притискуванням, профілям мікроканалів, спроектованим під розрахункову витрату та допустимі втрати тиску, і протидіяти термоциклічним напруженням за рахунок плавних алгоритмів керування.

Отже, термоелектричні термотрансформатори вже сьогодні отримують поширення там, де критичні керованість теплового режиму, екологічні вимоги та надійність. Їх подальший розвиток визначатиметься, у першу чергу, здатністю поєднати матеріали з високим ZT та високоефективну електроніку з контролем пульсацій.

UDC 004.946

Vasylenko O.O., Ph.D., Associate Professor, SNAU

BALANCING DEVELOPMENT AND SUSTAINABILITY: AN ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL RISKS IN UKRAINE'S SUMY OBLAST

The Sumy region of Ukraine presents a complex environmental profile, characterized by a generally satisfactory ecological state compared to national averages, yet underscored by significant anthropogenic pressures and technogenic risks. The regional administration is actively pursuing a policy of sustainable development, as outlined in the 2022 Environmental Protection Program, which aims to balance economic, social, and environmental priorities. This analysis examines the critical environmental risks facing the region—from air and water pollution to man-made industrial hazards—and highlights the strategic framework for their management.

The Sumy region is strategically committed to a path of sustainable, ecologically secure, and socio-economically viable development. This commitment is formally articulated in key policy documents, including the **2022 Environmental Protection Program of the Sumy Region**. This program establishes a comprehensive system of principles and priorities aimed at implementing state environmental policy. Its primary objectives include:

- Stabilizing and improving the overall ecological condition.
- Reducing environmental risks for the population.
- Ensuring the rational use and reproduction of natural resources.
- Enhancing the environmental culture and awareness of citizens.

Achieving a harmonious interaction between society and nature is paramount. However, an assessment of the current environmental situation reveals that nearly all natural components of the region's ecosystem are subject to constant and negative anthropogenic influence.

The environmental condition of the Sumy region is best understood as a paradox.

On one hand, the situation is **generally satisfactory**. Key environmental indicators are often better than in many other industrial regions of Ukraine, positioning the Sumy Oblast as a relatively favorable area for living and working. This positive baseline is a crucial asset for regional development.

On the other hand, this favorable status masks a range of underlying environmental risks and systemic problems. The level of environmental pollution is not always objectively determined, and significant challenges exist regarding the state of the air basin, surface and underground water bodies, and land and forest resources. The presence of numerous industrial complexes, which utilize high-power installations and hazardous chemicals, significantly increases the probability of technogenic (man-made) emergencies.

Recognizing these risks, a multi-agency approach to prevention and response is being implemented across the Sumy region. Every year, the region contends with emergency situations of a natural, man-made, and social nature that result in injuries, fatalities, and substantial material losses.

In response, the priority focus for key organizations—including the **State Emergency Service of Sumy Region** and the **Training and Methodological Center of Civil Protection and Life Safety**—is a proactive strategy centered on:

1. **Prevention of Emergencies:** Implementing strict safety protocols at industrial sites, conducting environmental monitoring, and enforcing regulations to minimize the likelihood of incidents.
2. **Consequence Elimination:** Developing robust and efficient response plans to contain and mitigate the damage from any emergencies that do occur.
3. **Public Training and Education:** Systematically training all segments of the population on how to act in emergency situations, thereby increasing community resilience and preventing accidents at work and in daily life.

RESEARCH ON STRATEGIES FOR IMPROVING ENERGY EFFICIENCY IN CONSTRUCTION ENGINEERING INTRODUCTION

Against the backdrop of the global energy crisis and the upgrading of environmental requirements, the construction industry, as a high energy consuming sector, has seen its energy efficiency improvement as the key to achieving sustainable development. Data from 2019 to 2023 shows that the total energy consumption of China's construction industry has decreased from 91.42 million tons of standard coal to 81.06 million tons of standard coal, but it still accounts for more than 40% of the country's total energy consumption. The proportion of carbon emissions during operation exceeds 20%, and systematic optimization is urgently needed. This study focuses on the entire life cycle of architecture, analyzing from the three stages of design, construction, and operation and maintenance, and verifying the effectiveness of the strategy through case studies, ultimately proposing a three-dimensional improvement system.

Factors affecting energy efficiency in construction engineering.

The energy efficiency of buildings is influenced by multiple factors throughout the entire lifecycle, and the core variables at each stage determine the overall energy-saving effect.

Building orientation and layout. It affects natural lighting and ventilation efficiency. Increasing the proportion of south facing buildings in high latitude areas can improve winter heat gain, while compact layout can reduce heat loss in enclosure structures.

Thermal performance of enclosure structure. The thermal insulation performance of exterior walls, roofs, and windows is key, and high-performance Low-E glass and dynamic shading system can reduce heating and cooling energy consumption by more than 25%.

Layout of renewable energy. The inclination angle of photovoltaic panels and the buried area of ground source heat pumps need to be coordinated with the building form to avoid construction conflicts in the later stage.

Construction method. The energy consumption of traditional cast-in-place technology is 30% higher than that of prefabricated assembly. Optimizing the construction path with BIM technology can improve on-site energy efficiency by 15% -25%.

Material management. The hidden energy consumption of high-energy building materials accounts for 40%, and the use of localized materials and recycled aggregates can reduce transportation and production energy consumption.

Operation and maintenance phase.

Equipment status. The energy consumption of an unmaintained HVAC system has increased by 15% -25%. Predictive maintenance can identify faults in advance and avoid sudden surges in energy consumption.

Whole life cycle energy efficiency improvement strategy. To address the influencing factors at each stage, energy efficiency improvement needs to be achieved through technological and management collaboration.

Design phase. Form and enclosure structure: the rectangular plane is used to reduce the form factor, and the vacuum heat insulation board or aerogel material is used to enhance the wall insulation, so that the heat transfer coefficient of the enclosure structure meets the standard. Passive technology integration: Combining climate design for external shading and green roofs, cold aisle shading is used in low latitude areas, and passive solar heating is strengthened in cold regions.

Promote prefabricated assembly construction and reduce 60% of on-site wet operations; Use aluminum alloy templates to increase turnover and reduce material loss. Material and equipment management: Prioritize low-carbon building materials, establish equipment energy consumption records, and use intelligent distribution boxes to achieve on-demand supply of temporary electricity.

Deploy IoT sensors to collect real-time data, establish a graded maintenance system for equipment, and regularly clean HVAC equipment heat exchangers. System dynamic optimization: using

adaptive algorithms to adjust the new air volume, linking lighting and human body induction, optimizing the operation of cold and heat sources in large-scale building energy management systems.

BIM and energy consumption simulation integration, improving energy efficiency optimization accuracy by 25% during the design phase; The IoT energy management system reduces peak load by 10% -20%. Government subsidies cover 30% -50% of renovation costs, mandatory energy efficiency standards are linked to approval, which can increase the application rate of energy-saving technologies by 40% -60%.

Conclusion and Prospect. Research has shown that design optimization can reduce full lifecycle energy consumption by 15% -25%, construction process improvement can reduce construction energy consumption by 20% -30%, and intelligent operation and maintenance control can continuously optimize energy consumption. Building a three-dimensional system of "technology management policy", promoting the coupling of intelligence and buildings, and dynamic energy consumption prediction, can help achieve the "dual carbon" goal of the construction industry. In the future, it is necessary to develop intelligent materials, improve full cycle energy efficiency evaluation, strengthen interdisciplinary research, enhance building energy efficiency resilience under extreme weather conditions, and promote regional low-carbon collaboration

УДК 621.311

Li Yequan , second (master's) level student; *Borodai A.S.*, PhD, associate professor, SNAU, Sumy, Ukraine

ENERGY EFFICIENCY OPTIMIZATION AND ENGINEERING COMMUNICATIONS DESIGN FOR URBAN GREEN BUILDINGS

Introduction. Against the backdrop of global "dual carbon" goals, green buildings rely on energy efficiency technologies and systematic engineering communications (energy, water, information) to balance functionality and low-carbon performance. However, current practices face challenges like "active system high energy consumption," "poor communications coordination," and "low renewable energy utilization." Taking the Yangtze River Delta green community as a case, this paper analyzes energy efficiency paths, engineering communications logic, and improvement strategies.

Clarify the coupling relationship between energy efficiency and engineering communications, identify practical problems, and propose optimized schemes.

Energy Efficiency Optimization of Urban Green Buildings. Following "passive priority, active supplement, renewable integration," the optimization system focuses on three core aspects:

As the low-cost, high-benefit foundation (BCR=1:4-1:6), it adapts to climate conditions. Envelope Optimization: The Yangtze River Delta community uses "200mm aerated concrete + 100mm extruded polystyrene board" ($U\text{-value} \leq 1.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) and triple-glazed Low-E glass, reducing heat loss by 30%. "High-low mix" (18-story north, 6-story south) and 30m east-west ventilation corridors (parallel to southeast winds) achieve 2.2 air changes/hour, cutting summer AC use by 3h/day.

Focuses on precision control to minimize waste: Connected to urban river water source heat pumps (40% more efficient than boilers) and managed by SEMS (dynamic temp control: 26°C summer/20°C winter), reducing HVAC energy by 22%. Public area ventilation waste heat preheats fresh air, lowering heating energy by 15%.

The community's 5,000 m^2 PV panels (500kW) generate 600,000 kWh/year (18% of public electricity, exceeding 3-star 10% standard). Combined with ground-source heat pumps, it meets 30% of heating/cooling needs, cutting annual carbon by 320 tons.

A "three-in-one" system (energy, water, information) ensuring green technology operation:

Energy Communications. 0.4kV copper cables reduce line loss by 8%; PV power prioritizes core areas, surplus stored in 100kWh batteries (90% utilization). River water heat pump pipelines use 50mm polyurethane insulation (laid in utility tunnels), reducing heat loss by 12%.

Water Communications. 75% permeable pavement feeds 1,000 m^3 tanks; 45% reuse rate (ex-

ceeds 3-star 30% standard) for irrigation/garage flushing. Connected to urban systems (1.2km from plant), saving 65,000 m³ tap water/year.

Information Communications. Sensor Network: 120 temp/humidity and 30 energy sensors collect data every 15 minutes. Integrates BIM+CFD, displays real-time PV/water data, and alerts for 30%+ energy overuse (cuts waste by 18%).

Key Problems. Based on the Yangtze River Delta community and 15 domestic projects. PV surplus during daytime low HVAC demand, but grid power used at night (15% renewable waste). Aging pipeline insulation raises heat loss to 18%; 24/7 smart platform uses 8,000 kWh/year (1.3% of total electricity). Extreme heatwaves overload HVAC (20% above design), rigid communications (fixed pipelines/sensor thresholds) cause 10% temp energy increase.

Strengthen Technology Synergy. Store daytime PV surplus in batteries for nighttime HVAC (renewable utilization up to 95%). Small PV panels on community center roofs directly power HVAC (reduces transmission loss by 5%).

Reduce Communications Energy Consumption. Replace insulation with vacuum panels (heat loss to 8%); use lightweight plastic rainwater pipelines (20% lower maintenance). Non-critical sensors switch to 15-minute intervals (22:00-6:00), cutting platform energy by 30%.

Enhance Climate Adaptability. 10% larger HVAC pipeline diameter; rainwater tank pressure relief valves. Platform auto-adjusts temp thresholds (28°C in heatwaves, 18°C in cold snaps).

Conclusions. Energy efficiency and engineering communications are core to green building low-carbon performance: passive design reduces 30-35% energy demand, active systems ensure precision, and renewable energy provides supplements—all relying on coordinated communications. Future research should focus on "multi-energy complementation" and "digital twin communications" to unlock more potential.

УДК 621.311

Ma Zhenzhou, second (master's) level student; Borodai A.S., PhD, associate professor, SNAU, Sumy, Ukraine

ENHANCING BUILDING ENERGY EFFICIENCY: THE SHIFT FROM ISOLATED TECHNOLOGIES TO AN INTEGRATED DESIGN PARADIGM

Traditional concepts of building energy conservation have often been limited to the addition of high-performance equipment, such as efficient HVAC systems or solar panels. However, this "technology-add-on" model has limitations, as it fails to fundamentally address the building's inherent energy gains and losses. True energy efficiency should, under the premise of ensuring occupant comfort and functionality, minimize the building's life-cycle energy demand through comprehensive design strategies.

The primary principle for enhancing building energy efficiency is "passive first." This means that during the initial design stages, the building's form, space, and envelope are used to capture and retain energy, rather than relying entirely on mechanical systems.

This includes:

- Climate-Responsive Design. Building layout, orientation, and massing should actively respond to the local climate. For instance, employing compact forms in cold climates to reduce heat loss, and utilizing natural ventilation and shading in hot climates.
- High-Performance Building Envelope. The building envelope - facades, roofs, windows, and doors is the primary interface for energy exchange. Using high-performance insulation, airtight construction, and climate-appropriate window-to-wall ratios can effectively block adverse climatic effects, reducing heating and cooling loads.
- Natural Daylighting and Ventilation. Well-designed daylighting systems (e.g., light shelves, light tubes) can significantly reduce daytime artificial lighting energy use. Similarly, well-planned ventilation strategies can replace air conditioning systems during transitional seasons, providing a healthy and comfortable indoor environment.

Only after passive design strategies have maximized the reduction of the building's fundamental energy demand do "active-optimization" strategies become more economical and effective. These include high-efficiency HVAC systems, intelligent lighting controls, energy recovery devices (e.g., heat recovery ventilators), and renewable energy technologies (e.g., solar photovoltaics, ground-source heat pumps). These active systems should be deeply coupled with passive design strategies to form a highly efficient, synergistic energy system.

The key to realizing the aforementioned strategies lies in moving from a traditional linear design process to an "Integrated Design" approach. In this paradigm, architects, structural engineers, building services engineers, and energy consultants collaborate from the project's conceptual stage, working synergistically towards the goal of building performance. Tools such as Building Information Modeling (BIM) and building performance simulation are crucial in this process, enabling the quantitative analysis and optimization of energy consumption, daylighting, and ventilation during the design phase, thereby basing design decisions on scientific evidence.

Enhancing building energy efficiency represents a comprehensive innovation, from way of thinking to technological application. It requires architects to move beyond the singular dimension of formal creation and return to the essence of architecture as an "environmental filter." Future architectural education should strengthen training in environmental physics, building performance simulation, and interdisciplinary collaboration skills. Architectural practice must embrace performance-oriented integrated design, positioning energy efficiency as the core driver shaping space, form, and technology, ultimately achieving a sustainable future where architecture and environment exist in harmony.

UDC 004.946

Vasylenko O.O., Ph.D., Associate Professor, SNAU

A FRAMEWORK FOR ENHANCING OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN UNIVERSITY PRACTICAL TRAINING

A critical gap exists in the occupational safety framework for university students engaged in practical training. Due to their status as non-employees, students are often ineligible for standard workers' compensation, creating significant liability and risk. This is particularly acute in applied fields such as agriculture, where practical training exposes students to numerous workplace hazards. This article proposes a comprehensive Occupational Health and Safety (OHS) management system for universities, adapted from international standards, to ensure the well-being of students and staff. It outlines the necessary organizational principles, regulatory documentation, and key focus areas for creating a safe and compliant educational environment.

A pressing issue within higher education is the ambiguous safety and insurance status of students during educational or industrial practice. Under the current framework of Ukraine's Social Insurance Fund for Accidents at Work and Occupational Diseases (FSSNVPZ), insurance payouts are calculated based on the victim's official salary. As students participating in internships are typically not on an enterprise's payroll, they cannot be considered fully insured against workplace accidents. This exposes both the students to risk and the university to potential liability.

In these environments, thousands of students, academic staff, and support personnel are daily exposed to a range of harmful and dangerous factors that can lead to occupational diseases and injuries. Therefore, the primary responsibility of university management is to structure the educational process to ensure that students learn and participate in technological processes under the constant and diligent supervision of professors, lab heads, and experienced industry specialists.

To address these challenges, universities must implement a formal Occupational Health and Safety (OHS) management system. This system should not be an afterthought but a core component of the university's operational strategy, covering the entire student body and all employees. Effective implementation requires moving beyond mere compliance and fostering a proactive safety culture.

The conditions for a safe educational process must be codified in official documents developed and approved by the university, including regulations, safety instructions, duty statements, and checklists.

Furthermore, this system should be adapted from established international standards to ensure best practices. Integrating these frameworks provides a structured approach to identifying, managing, and mitigating risks across the institution.

In compliance with Ukrainian law, all agricultural universities must include the position of an OHS Engineer or Head of the OHS Department in their staff list. This specialist is tasked with navigating a complex regulatory landscape, guided by the Constitution of Ukraine, various laws, codes, and approximately 67 other regulatory documents (NPAOP, DSTU, conventions, rules, etc.).

The work of the OHS specialist within a university must be structured around the following key domains:

- **OHS Management System:** Designing, implementing, and auditing the university-wide safety system.
- **Safety Training and Education:** Organizing and documenting comprehensive safety training for all staff and students before they engage in any practical work.

An integrated management system involving all stakeholders—from senior leadership to OHS specialists, department heads, and employees—is essential for the successful implementation of safety measures. All personnel must be formally acquainted with their OHS obligations, and students must receive thorough instruction on safety requirements relevant to their specific educational and practical activities.

УДК 725.823

Ma Zhenzhou, second (master's) level student; Borodai Yana, assistant professor, SNAU, Sumy, Ukraine

RESEARCH ON ARCHITECTURAL INTEGRATION DESIGN STRATEGIES FOR MUSEUM ENGINEERING COMMUNICATION SYSTEMS

The functions of contemporary museums extend far beyond 文物储藏与展示 (cultural relic storage and display); they have become centers for information interaction, educational dissemination, and cultural experience. All of this relies on a robust, stable, and forward-looking engineering communication system for support. However, museum buildings typically feature complex spaces, dense crowds, and special requirements for the electromagnetic environment, posing significant challenges to the design and deployment of communication systems. Therefore, it is crucial to plan communication infrastructure in advance during the architectural design stage and integrate it deeply with the building itself.

Main Components of Museum Communication Systems and Key Points of Architectural Integration. The engineering communication system in a museum is a comprehensive system, the design of which is closely related to the architectural space.

This is the physical foundation of all communications. In designs such as the new Hubei Zhongxiang Museum, the structured cabling system needs to cover information points for networks, telephones, etc. Its design must follow specifications such as horizontal cabling not exceeding 90 meters, and typically adopts methods like lightweight trough-type cable trays running through ceilings, with strict requirements for the grounding system. The implication for architectural design is that sufficient vertical shafts and horizontal routing space for conduits/pipes must be reserved in the early planning stages, considering the possibility of maintenance and capacity expansion.

Particularly the 5G indoor distribution system. Due to the weak wall-penetration capability of high-frequency 5G signals, and the fact that over 85% of museum business occurs indoors, coupled with challenges like dense crowds and signal interference in large exhibition halls, traditional single coverage solutions are often insufficient. A successful case is the Inner Mongolia Revolutionary History Museum, which adopted a combined coverage scheme of "5G macro base stations + micro

base stations + lampsite." This requires architects to work closely with communication engineers to cleverly integrate antenna equipment into interior decoration (e.g., concealed in ceilings, walls, or specific components), ensuring signal quality without compromising the aesthetic effect of the space.

These include multimedia information release, touch query, LED electronic display, multimedia audio guide systems, etc. The terminal locations, power supply, and information access points for these systems need to be precisely positioned in the architectural plans and elevations. Furthermore, for monitoring the environmental conditions of cultural relics, Low Power Wide Area Network (LPWAN) technologies such as LoRa and NB-IoT can be used to reduce the hassle of complex wiring and frequent battery replacement, which is crucial for the daily operation of the museum and the preservation of cultural relics.

Design Strategies for Integrating Communication Systems with Architecture. To achieve seamless integration of communication systems and architecture, the following strategies are worth referencing:

The design of communication systems should not be an afterthought to architectural design but should be involved from the conceptual stage. The integrated design paradigm can be used for reference, allowing architects, structural engineers, communication consultants, and other parties to work together from the beginning of the project. For instance, in the renovation study of the British Museum, visibility and accessibility analysis were used to optimize spatial layout and circulation; this way of thinking is equally applicable to the planning of communication nodes.

BIM (Building Information Modeling) technology is a powerful tool for achieving integration. Taking the Qianhai "Guoshen Museum" project as an example, by implementing whole-life-cycle BIM technology application, it can effectively solve the problem of information gaps between various stages of the building lifecycle and between different professional systems, providing an efficient and intuitive platform for the comprehensive layout of communication pipelines, clash detection, and future operation and maintenance management.

The installation of communication equipment (e.g., antennas, information points) must fully consider the impact on the visual effect of the interior and exterior of the building. The goal is to achieve "concealing equipment imperceptibly" or to treat it as a design element artistically. This requires architects not only to understand the technical parameters of communication equipment but also to possess the ability to translate technical components into architectural language.

In the context of smart transformation, the engineering communication system of museums has become its core support. Architects must proactively upgrade their knowledge systems, transitioning from traditional spatial shapers to integrators capable of coordinating function, space, and technology. Through early collaboration, BIM technology application, and aesthetic considerations, organically embedding the communication system into the building entity, modern museum spaces that are technologically advanced, offer excellent experiences, and are full of humanistic care and architectural aesthetics can be created. Future research can further explore the potential revolutionary impact of emerging technologies like 6G and artificial intelligence on the spatial form of museum architecture.

UDC 004.946

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

THERMOREGULATION IN THE OCCUPATIONAL ENVIRONMENT: MANAGING HEAT AND COLD STRESS FOR WORKER HEALTH AND SAFETY

The physical conditions of a production environment, collectively known as the workplace microclimate, exert a profound influence on a worker's health, safety, and performance. The human body's ability to maintain a stable internal temperature through a process called thermoregulation is constantly challenged by ambient workplace conditions. This article examines the key factors of the microclimate—temperature, humidity, air movement, and thermal radiation—and analyzes their

impact on the body's mechanisms for managing heat and cold stress. By understanding these physiological responses, managers can implement effective strategies to mitigate environmental risks and protect the well-being and productivity of their workforce.

The human body is in a constant state of thermal exchange with its surroundings. To function optimally, it must maintain a stable core temperature of approximately **36.6 °C**. This is achieved through **thermoregulation**, a complex physiological process that balances the heat generated by the body with the heat lost to the environment.

The amount of heat the body produces depends largely on the level of physical exertion. Conversely, the rate at which this heat is transferred to the surroundings is dictated by the microclimatic conditions of the workplace. When these conditions are normal, the body can easily maintain thermal equilibrium. However, in extreme environments, the body's thermoregulatory capacity can become overwhelmed, leading to either heat stress or cold stress.

The microclimate of a production facility is defined by four interconnected factors that collectively determine its effect on the human body:

- **Temperature:** The ambient air temperature is the primary driver of heat exchange.
- **Relative Humidity:** The amount of moisture in the air significantly affects the body's ability to cool itself through evaporation.
- **Air Movement (Velocity):** Moving air accelerates heat transfer through convection and evaporation.
- **Thermal Radiation:** Heated surfaces (e.g., machinery, furnaces) can transfer significant heat to a worker's body through radiation.

In cold environments, the body loses heat primarily through radiation and convection. The lower the air temperature and the higher the air velocity, the more rapidly the body loses heat.

A worker's susceptibility to cold increases with **physical fatigue**, as an exhausted body has less energy to generate heat. High humidity and strong winds also accelerate cooling. Sudden temperature fluctuations, such as drafts from cold air, can severely disrupt thermoregulation and lead to colds and other illnesses. A decrease in core body temperature is the primary indicator of cold injury and the direct cause of disorders associated with frostbite and hypothermia.

Several factors must be considered to ensure worker safety in the cold:

- **Physical Fitness:** A high level of physical fitness is a protective factor, as fit individuals can perform tasks with greater energy efficiency, thus conserving heat.
- **Vulnerable Groups:** It is critical to recognize that certain groups are more susceptible to cold stress. These include **elderly or minor workers**, as well as individuals with pre-existing health conditions or disabilities, who should not be assigned to work in such environments.

Ultimately, the management of the thermal environment is not merely a matter of comfort but a fundamental aspect of occupational health and safety. The body's ability to adapt to meteorological conditions is significant but not limitless. Therefore, the primary responsibility of any manager is to safeguard the **life, health, and working capacity** of their employees by understanding and mitigating the risks associated with both heat and cold stress in the workplace.

УДК 621.311

Zhong Yusheng, second (master's) level student; Borodai A.S., PhD, associate professor, SNAU, Sumy, Ukraine

KEY TECHNOLOGIES AND DEVELOPMENT TRENDS OF ENERGY EFFICIENCY IN MULTIFUNCTIONAL COMPLEX RESIDENTIAL BUILDINGS

The accelerated urbanization of modern cities and the global adoption of the "dual carbon" goals have posed significant challenges to energy consumption in the construction sector. As one of the world's primary sources of energy consumption and carbon emissions, the building industry accounts for a substantial proportion of residential construction. Traditional single-function residential models can no longer meet sustainable development requirements. Multifunctional complex resi-

dential buildings, through functional integration and technological system integration, have become a key pathway to achieve energy conservation and carbon reduction in construction. Ensuring optimal energy efficiency throughout the entire lifecycle of such buildings - from design and construction to operation - is crucial for enhancing their environmental benefits and economic viability.

This study aims to analyze the key technical areas for improving energy efficiency in multifunctional complex residential buildings, identify the core strategies in current practice, and look forward to the future development trend.

Improving the energy efficiency of multifunctional complex residential buildings depends on the systematic application of a series of innovative technologies and materials, which cover the two levels of energy "open source" and "conservation".

The building envelope serves as the first line of defense for energy conservation. By utilizing materials like ultra-high-performance concrete (UHPC), thinner yet stronger structural components can be manufactured, effectively reducing thermal bridging. Aerogel, a superior insulating material, significantly enhances wall thermal performance. When combined with triple-glazed windows and a thermal bridge-free design, this creates the foundation for passive buildings, substantially lowering heating and cooling demands.

Building Integrated Photovoltaic Systems (BIPV) integrate solar power generation with building envelopes (e.g., roofs, facades, windows) to enable localized energy production. Beyond supplying green electricity, BIPV components enhance the aesthetic appeal of building facades and optimize indoor thermal environments, serving as a crucial pathway to achieving 'positive energy buildings'.

The Building Energy Management System (BEMS) serves as the 'energy brain' of a building. Equipped with IoT sensors, it collects real-time data on energy consumption, indoor/outdoor environmental parameters, and personnel activities, then applies AI algorithms for big data analysis. The system optimizes and schedules various subsystems -including photovoltaic power generation, energy storage batteries, air conditioning, and lighting - in real time, enabling a transition from passive energy conservation to proactive intelligent optimization.

The maximization of energy efficiency cannot be achieved by the accumulation of a single technology, but requires a systematic integration strategy to integrate various technologies into the whole process of architectural design and operation.

During the initial design phase, fundamental energy consumption is reduced through optimizing building orientation, window-to-wall ratio, and natural ventilation organization, complemented by precise control via high-efficiency Building Energy Management Systems (BEMS) and HVAC systems. For instance, electrochromic glass (smart windows) dynamically adjusts solar heat absorption, reducing summer cooling loads by over 15%.

The future trend involves integrating individual building microgrids into regional energy systems. Blockchain technology enables green power peer-to-peer transactions among neighbors, optimizes regional energy distribution, and enhances the community's energy resilience against external grid fluctuations.

Leading practices internationally and domestically have validated the effectiveness of the aforementioned technologies and strategies. The "Nikisogawa Rise" large-scale complex project in Japan, by integrating ground-source heat pumps and BEMS, reduced its building energy consumption by approximately 35% compared to the local benchmark building. In China, the "July 1 International Plaza" in Chengdu, as an exploratory project for fourth-generation housing, applied BIPV and a centralized rainwater recycling system, with an estimated annual carbon dioxide reduction of 120 tons and an energy self-sufficiency rate exceeding 30%.

Conclusion. Enhancing energy efficiency is the cornerstone for multifunctional residential complexes to achieve both environmental sustainability and economic viability. This requires systematic technological integration and innovation throughout the entire building lifecycle. Future development will focus on AI-driven autonomous systems, widespread adoption of carbon-negative building materials (such as mycelium composites), and deep implementation of circular economy principles in construction. Continuous technological innovation, supportive policy frameworks, and

broad market-user engagement are key drivers for transitioning buildings from "high energy consumption" to "zero energy" and even "positive energy buildings." Subsequent research should prioritize the applicability and optimization pathways of these innovative technologies under specific regional climate conditions and economic cost constraints.

УДК 728.2:69.059.25:62-83

Zhong Yusheng, second (master's) level student; Borodai Yana, assistant professor, SNAU, Sumy, Ukraine

INTEGRATION AND INNOVATION OF INTELLIGENT ENGINEERING COMMUNICATION SYSTEM IN MULTI-FUNCTIONAL RESIDENTIAL BUILDINGS

Modern multifunctional residential complexes represent a far more complex architectural paradigm than traditional housing, integrating residential, office, commercial, and public service functions. This functional integration imposes stringent requirements on the coordinated operation of internal engineering systems. As the core component of the "neural network" in such buildings, intelligent engineering communication systems serve as the technical foundation for achieving energy-efficient management, ensuring human safety and comfort, and enabling smart community services. By integrating IoT, big data, and AI technologies, these systems enable real-time monitoring, analysis, and regulation of both the building's physical environment and operational status.

This study aims to analyze the core architecture, integrated applications and key challenges of intelligent engineering communication systems in multifunctional residential buildings, and explore their future innovation directions.

This system is not a single technology, but a comprehensive platform composed of multiple layers of technology stack, ensuring seamless integration of data flow and control flow.

Serving as the system's "peripheral nerve", this layer consists of sensors distributed throughout the building, collecting real-time environmental and operational data including temperature, humidity, light intensity, PM2.5 concentration, foot traffic density, and equipment operational status. For instance, advanced complex projects may deploy thousands of such sensors to form the foundation for dynamic monitoring.

The Building Information Modeling (BIM) system generates precise digital blueprints for buildings. The digital twin model built upon this foundation creates a dynamically updated virtual replica through real-time integration with IoT data. This model not only detects design conflicts during the planning phase but also delivers significant value in operational phases, enabling predictive equipment maintenance, optimized spatial utilization, and emergency evacuation simulations.

This layer serves both users and administrators. Through a unified community app or management platform, it integrates smart security features (such as facial recognition access control), shared facility reservations (like gyms and meeting rooms), smart delivery services, energy usage inquiries and payments, and community information dissemination, significantly enhancing living convenience and management efficiency.

The value of intelligent engineering communication systems lies in their cross-system integration capability, which is mainly reflected in the following core areas:

- **The system enables refined energy flow management.** By leveraging sensor data and AI algorithms, it learns residents' behavioral patterns to implement on-demand and time-of-use control for energy-consuming devices like air conditioners and lighting, thereby reducing unnecessary energy consumption. For instance, in public areas, the system dynamically adjusts lighting and ventilation based on foot traffic, achieving 20%-30% energy savings.
- **Smart management of pedestrian and logistics flows.** By integrating intelligent guidance systems with access control, the system effectively separates pedestrian, visitor, and service personnel routes. To address the "last 100 meters" delivery challenge, it incorporates smart parcel lockers and proactively reserves receiving stations and communication interfaces for drone/robot delivery, ensuring efficient logistics without disrupting residents' daily lives.

- **Enhanced security and emergency response.** The system integrates fire protection, security monitoring, and emergency call functions into a unified platform. When sensors detect a fire alarm or unauthorized intrusion, it automatically activates access control, elevators, and emergency lighting, while sending alerts to both the management center and resident terminals, creating a comprehensive security protection system.

Despite the promising prospects of intelligent engineering communication systems, their practical integration and widespread adoption still face multiple challenges: First, subsystems (such as Building Energy Management Systems, security, and logistics) from different suppliers lack unified communication protocols and data interfaces, resulting in "information silos"; Second, the high initial investment costs pose pressure on the project's economic viability; Finally, the massive collection and utilization of user data have raised serious ethical and legal concerns regarding data privacy and cybersecurity.

To address these challenges, future efforts should focus on: establishing and promoting standardized protocols for system integration (such as ISO 50001-based energy efficiency data exchange standards); reducing single-point technology costs through modular design and large-scale implementation; while embedding privacy-preserving design principles in system architecture, utilizing data encryption and anonymization technologies, and clarifying data ownership and usage boundaries through legal frameworks.

Conclusion. Intelligent engineering communication systems serve as the critical technological backbone enabling multifunctional residential buildings to achieve safety, efficiency, convenience, and sustainable development. Their successful integration relies on deep integration and collaborative innovation across perception, network, and application layers. Future advancements will focus on AI-driven autonomous decision-making operations, efficient synergy between edge computing and cloud computing, and deeply personalized services while ensuring security and privacy. Promoting interdisciplinary collaboration (architecture, information technology, social sciences) and establishing corresponding standards and regulatory frameworks are essential for unlocking the full potential of intelligent engineering communication systems and building truly "human-centered" smart communities.

Саржанов О.А. к.т.н., доцент, Редько А.В. магістрант, СНАУ

ВИЯВЛЕННЯ РЕЗЕРВІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Для поліпшення логістичної діяльності підприємства ТОВ ВПН "Арсенал" в місті Суми можна рекомендувати кілька ключових заходів. По-перше, впровадження сучасних систем управління складом для ефективного контролю за запасами та оптимізації складських процесів. Це дозволить знизити час обробки замовлень і підвищити точність запасів. Використання технологій RFID і штрих-кодів сприятиме відстеженню руху товарів і покращить облік і доставку. Для оптимізації транспортних витрат рекомендується впровадження GPS і програм для маршрутизації, що дозволить ефективно планувати маршрути доставки і зменшити витрати на транспортування.

Автоматизація інформаційних потоків між відділами підприємства підвищить швидкість обміну даними і спростить управління процесами. Навчання персоналу з використання нових технологій і оптимальних практик логістики також грає важливу роль у підвищенні ефективності.

Моніторинг і аналіз даних дозволять оперативно реагувати на зміни в умовах ринку і вдосконалювати логістичні процеси для досягнення стратегічних цілей підприємства. Цілком зрозуміло, що впровадження цих заходів відобразиться на загальній ефективності логістичної системи підприємства. Послідовність інтеграції сучасних технологій і покращень у кожному аспекті логістики — від управління запасами до маршрутизації доставки — сприятиме не лише зниженню витрат, але й підвищенню рівня обслуговування клієнтів.

Важливою перевагою є можливість оперативного втручання у виробничі процеси та їх

узгодження з поточними потребами ринку. Автоматизація не лише забезпечує точність та надійність, але і відкриває нові можливості для аналізу даних, що є ключовим для прийняття управлінських рішень. У кінцевому підсумку, ці кроки дозволять зміцнити своє позиціонування на ринку, підвищити конкурентоспроможність і забезпечити стійкий розвиток в умовах змін вимог споживачів і технологій.

Оптимізація складських процесів може значно покращити ефективність управління запасами і знизити витрати. Упровадження сучасної системи управління складом (WMS) дозволяє автоматизувати процеси прийому, зберігання та відвантаження товарів.

Зменшення надмірних запасів на складі завдяки точному прогнозуванню попиту і оптимізації рівня запасів. Так, зменшення запасів на 20% може знизити витрати на утримання запасів (наприклад, витрати на зберігання, страхові витрати і т. д.) на 10%.

Зниження витрат на робочу силу: Автоматизація процесів прийому і відвантаження дозволяє зменшити час на обробку замовлень і зменшити витрати на працю. Наприклад, зменшення часу обробки замовлень на 30% може призвести до зниження витрат на оплату праці на 15%.

Використання технологій відстеження (RFID і штрих-кодів): Впровадження RFID і штрих-кодів дозволяє підприємству точно відстежувати рух товарів і покращити точність інвентаризації.

Зменшення втрат товарів: Підвищення точності інвентаризації може зменшити втрати товарів через помилкові відвантаження або недоліки на складі. Зменшення втрат на 5% може призвести до економії на вартості товарів у розмірі 3%.

Покращення швидкості обробки замовлень: Зниження часу на пошук товарів і обробку замовлень може знизити витрати на оплату праці і підвищити оборотність запасів. Зменшення часу на обробку замовлень на 25% може знизити витрати на оплату праці на 12%.

Впровадження GPS і програм для маршрутизації: Використання GPS і програм для маршрутизації дозволяє оптимізувати маршрути доставки і зменшити витрати на транспортування.

Зменшення витрат на паливо: Оптимізація маршрутів може знизити витрати на паливо на 15%. Наприклад, якщо середні щомісячні витрати на паливо складають 10 000 у.о., то зменшення на 15% зекономить 1 500 у.о. на місяць.

Зменшення зносу транспортних засобів: Скорочення відстаней та оптимізація маршрутів можуть зменшити знос і витрати на технічне обслуговування автопарку. Так, зменшення витрат на техобслуговування на 10% призведе до економії у розмірі 500 у.о. щомісяця.

Регулярний моніторинг і аналіз даних дозволить підприємству оперативно реагувати на зміни в попиті і виробничих потребах, що призведе до зниження витрат на зберігання запасів і покращення стратегій обслуговування клієнтів, що у свою чергу збільшить загальну прибутковість підприємства.

Саржанов О.А. к.т.н., доцент, Кравченко В.О. магістрант, СНАУ

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Теоретичні підходи до підвищення ефективності перевезень будівельних матеріалів ґрунтуються на комплексному розгляді логістичних, економічних та організаційних аспектів транспортної діяльності. У науковій літературі наголошується, що підвищення ефективності перевезень є ключовим чинником зниження загальної собівартості будівельних робіт та забезпечення своєчасного постачання матеріалів на будівельні майданчики [1]. Основою такого підходу є застосування системного аналізу логістичних процесів, який дозволяє виявити вузькі місця у транспортній схемі, розробити оптимальні маршрути та збалансувати вантажопотоки [2].

Одним із поширених теоретичних методів підвищення ефективності перевезень є опти-

мізація маршрутів транспортних засобів. Використання математичних моделей, таких як задача комівояжера або лінійне програмування, дозволяє мінімізувати загальний пробіг, скоротити витрати на паливо та час доставки [3]. Застосування таких моделей на практиці дозволяє будівельним компаніям більш раціонально використовувати автопарк, уникати порожніх пробігів і забезпечувати своєчасну доставку матеріалів навіть у умовах складної дорожньої інфраструктури [4]. Важливим теоретичним підходом є інтеграція логістики постачання та виробничих процесів.

Концепція «точно вчасно» (Just-In-Time) передбачає доставку матеріалів у точно визначений момент, що дозволяє зменшити обсяги складських запасів, скоротити витрати на їхнє зберігання та знизити ризики пошкодження вантажу [5]. У будівельній сфері застосування такого підходу потребує високого рівня координації між постачальниками, транспортними компаніями та будівельними підрядниками [6].

Теоретичні дослідження також акцентують на важливості використання інформаційних технологій у транспортних процесах. Системи управління транспортом (TMS), складуванням (WMS) та інтегровані ERP-системи дозволяють оптимізувати маршрути, контролювати завантаженість транспортних засобів і прогнозувати потребу в матеріалах [7].

Інформаційні технології забезпечують прозорість логістичних процесів, зменшують кількість помилок та дозволяють здійснювати моніторинг перевезень у реальному часі.

Економічний аспект підвищення ефективності перевезень передбачає зниження витрат на транспортування шляхом раціонального використання ресурсів. До таких заходів належить підвищення коефіцієнта завантаження транспортних засобів, планування оптимальних маршрутів, об'єднання вантажів у комбіновані партії та використання більш економічних видів транспорту. У наукових працях також підкреслюється значення вибору правильної форми власності транспорту: використання власного автопарку чи залучення сторонніх перевізників має різний вплив на витрати і рівень сервісу. Ще одним важливим теоретичним підходом є застосування принципів багаторівневої класифікації перевезень. Вона передбачає розподіл вантажів за характеристиками, відстанню доставки, терміновістю та ступенем ризику. Такий підхід дозволяє будівельним компаніям ефективніше планувати транспортні потоки, забезпечувати спеціалізовану підготовку транспортних засобів та персоналу, а також впроваджувати заходи з підвищення безпеки перевезень.

Теоретично обґрунтованим є також використання систем моніторингу та контролю якості перевезень. Впровадження GPS-навігації, систем відеоспостереження та датчиків температури і вологості дозволяє відслідковувати стан вантажу під час транспортування, забезпечувати його збереження та вчасне прибуття на об'єкт. Це особливо актуально для перевезень чутливих до умов зберігання матеріалів, таких як цемент, бетонні суміші чи дерев'яні конструкції.

Важливим теоретичним підходом є також застосування систем управління запасами, що передбачає оптимізацію кількості матеріалів на складі та своєчасну їхню доставку на будівельні майданчики. Концепція «точно вчасно» дозволяє мінімізувати витрати на зберігання та уникнути ризику псування або втрати матеріалів. У будівельній логістиці це особливо важливо, адже будь-яка затримка у доставці може призвести до зупинки робіт і фінансових збитків.

Серед теоретичних підходів значну увагу приділяють підвищенню екологічної ефективності перевезень. Використання транспортних засобів із низьким рівнем викидів, застосування альтернативних видів пального та оптимізація маршрутів дозволяють зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та скоротити експлуатаційні витрати. Крім того, впровадження екологічних стандартів сприяє покращенню іміджу підприємства та відповідає сучасним вимогам корпоративної соціальної відповідальності.

Наукові підходи також передбачають використання комплексних систем моніторингу та контролю перевезень. Вони включають GPS-навігацію, RFID-технології та автоматизовані системи збору даних про стан вантажу. Це дозволяє здійснювати відстеження переміщення вантажів у режимі реального часу, контролювати їх збереження, оперативно реагувати на

відхилення від плану та забезпечувати своєчасну доставку. Для будівельних матеріалів, які потребують особливих умов транспортування (цемент, бетонні суміші, дерев'яні конструкції), такі системи є особливо актуальними. Суттєвим елементом підвищення ефективності перевезень є оптимізація організаційних процесів. Це включає планування графіків роботи водіїв, використання систем контролю їхнього часу роботи та відпочинку, забезпечення координації між постачальниками, транспортними службами та будівельними об'єктами. Впровадження таких заходів дозволяє зменшити ризики аварій, уникати порушень графіка поставок та підвищити загальну продуктивність логістичної системи.

Таким чином, теоретичні підходи до підвищення ефективності перевезень будівельних матеріалів передбачають комплексне використання логістичних, економічних, організаційних та цифрових інструментів. Їхня реалізація дозволяє досягти своєчасного постачання матеріалів, зменшити витрати, підвищити безпеку перевезень та забезпечити сталий розвиток транспортної діяльності підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дьяків, О. О. Вплив логістичних процесів на ефективність перевезень будівельних матеріалів / О. О. Дьяків. // Вісник транспортної науки. — 2018. — Т. 2. — С. 56–62
2. Кондратенко, І. І. Підвищення ефективності автоперевезень / І. І. Кондратенко. // Будівельна наука. — 2018. — № 3. — С. 15–22
3. Соловйов, В. В. Транспортні технології в будівництві: навчальний посібник / В. В. Соловйов. — К.: Кондор, 2010. — 216 с
4. Гавриленко, С. С. Оптимізація складу автопарку будівельного підприємства / С. С. Гавриленко. // Транспорт і логістика. — 2016. — № 1. — С. 32–38
5. Петренко, М. М. Інформаційні технології у логістиці будівельного транспорту / М. М. Петренко. // Вісник транспорту України. — 2020. — № 3. — С. 35–42
6. Жданов, О. О. Моделювання логістичних систем у перевезенні будівельних матеріалів / О. О. Жданов. // Науковий вісник НУБіП України. — 2017. — Т. 2. — С. 89–94
7. Уваров, О. О. Транспортні технології в будівництві: навчальний посібник / О. О. Уваров. — К.: Кондор, 2008. — 192 с

Стоцький Є.О. магістрант, Волошко Т.П., старший викладач, СНАУ, м.Суми, Україна

ВИЯВЛЕННЯ СУСПІЛЬНИХ ВИТРАТ МІСЬКИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Під міськими вантажними перевезеннями розуміють весь спектр діяльності, пов'язаної з переміщенням товарів у межах міста та прилеглих до нього територій – від постачання сировини до магазинів і кафе до доставки посилок кінцевим споживачам. Ключовою складовою тут є доставка «останньої милі» (Last-Mile Delivery), яка є найдорожчим і найскладнішим етапом логістичного ланцюга. «Остання миля» – це фінальний відрізок шляху, коли товар прямує безпосередньо від розподільчого центру або складу до дверей клієнта. Цей сегмент є критичним, оскільки він стикається з усіма міськими проблемами: заторами, обмеженнями на паркування та високою щільністю населення.

Суспільні витрати значно зростають паралельно зі швидким збільшенням потоків міської логістики, особливо через бум електронної комерції. У контексті існуючих зовнішніх витрат, під якими розуміють економічні наслідки діяльності, що не відображаються у ціні товару чи послуги (наприклад, витрати на лікування хвороб, спричинених забрудненням), соціальний вплив залишається недостатньо вивченим. У той час як екологічний (забруднення, шум) та економічний (затори, інфраструктурні витрати) вплив традиційно широко обговорюється, у сучасному ринковому середовищі, що характеризується домінуванням моделі субпідряду та платформної економіки (використання цифрових платформ для найму незалежних виконавців, як-от кур'єрів), загострюється напруженість, пов'язана з експлуатацією праці та низькою оплатою. Це є прямим свідченням того, що значна частина витрат, які несуть працівники, пе-

рекладається з компаній-гігантів на самих субпідрядників, створюючи приховані витрати пропозиції на ринку, і які не відображаються у кінцевій ціні для споживача. Це, у свою чергу, породжує зростаюче занепокоєння щодо відсутності належного регулювання та захисту прав працівників у сфері міських вантажних перевезень. Таким чином, першочергова наукова проблема полягає у виявленні цих прихованих суспільних витрат та розробці ефективних регуляторних рішень для їх пом'якшення та забезпечення соціальної справедливості.

Для досягнення поставленої мети застосовується порівняльний методологічний підхід, що включає детальний аналіз та зіставлення даних. Спочатку ми детально розглядаємо структури витрат, які застосовують ключові постачальники логістичних послуг – великі компанії, що забезпечують перевезення. Потім ці внутрішні структури витрат зіставляються з еталонною моделлю. Використання такої незалежної еталонної моделі дозволяє виявити приховані видатки, які фактично несуть постачальники (кур'єри-субпідрядники), але які формально не обліковуються як витрати на робочу силу компаній-посередників. Встановлено, що хоча такі ключові операційні фактори, як об'єм та щільність доставки (кількість доставок на квадратний кілометр), що створюють складнощі в міських операціях, здебільшого враховуються, існує низка соціальних та людських факторів, які часто нехтуються у конструкції витрат на робочу силу. Ці невраховані фактори включають час очікування та завантаження/розвантаження (неоплачуваний час простою), витрати на технічне обслуговування власного транспортного засобу субпідрядника (використання приватного капіталу для роботи), відсутність соціальних відрахувань (пенсійне забезпечення, лікарняні), а також значний вплив стресу та монотонності, який можна визначити як емоційні або ергономічні витрати. Ця систематична недбалість призвела до значного дисбалансу між операційними витратами компаній та справжньою соціально-економічною вартістю доставки «останньої милі».

Нарешті, для пом'якшення виявленого суспільного впливу, який значно впливає на добробут працівників і загальну економіку, пропонуються потенційні регуляторні втручання. Ці пропозиції ґрунтуються на успішному досвіді регуляторного впровадження. Ігнорування низкою факторів у конструкції витрат на робочу силу створює стійкий дисбаланс, а субпідрядники, ймовірно, отримують меншу вигоду на сучасному ринку, ніж передбачається.

Запропоновані регуляторні рішення нададуть уявлення про вдосконалення політики та нормативних актів, пов'язаних з витратами на робочу силу, сприяючи досягненню соціальної справедливості – ключового, але часто ігнорованого, стовпа стійкої міської логістики (системи перевезень, що є екологічною, економічно ефективною та соціально відповідальною). Таким чином, аналіз підтверджує, що недоотримані суспільні витрати на ринку міських вантажних перевезень не лише впливають на якість життя окремих працівників, але й створюють системні ризики для довгострокової економічної стійкості галузі.

Саржанов О.А. к.т.н., доцент, Раков Д.В. магістрант, СНАУ

КЛАСИФІКАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МАТЕРІАЛІВ

Класифікація перевезень матеріалів здійснюється за різними ознаками, що дозволяє ефективніше організувати транспортний процес. Залежно від виду вантажу перевезення поділяють на транспортування сипучих матеріалів (щебінь, пісок, цемент), штучних вантажів (цегла, камінь, плити), деревини та металоконструкцій, а також великогабаритних і негабаритних елементів конструкцій. За способом організації процесу перевезення розрізняють централізовані та децентралізовані. Централізовані передбачають участь спеціалізованих транспортних підприємств, тоді як децентралізовані виконуються силами безпосередньо будівельної організації. Вибір тієї чи іншої моделі залежить від масштабів виробництва, наявності власного автопарку та економічної доцільності.

Важливим критерієм класифікації є спосіб транспортування. Виділяють автомобільні, залізничні, водні та комбіновані перевезення матеріалів.

Найбільш поширеними є автомобільні, що забезпечують мобільність і можливість до-

ставки «від дверей до дверей» навіть на короткі відстані. Залізничні перевезення застосовуються для доставки великих партій матеріалів на далекі відстані, особливо сипучих, а також металевих конструкцій. Водний транспорт має нижчу собівартість, але залежить від географічних умов і сезонності. Комбіновані перевезення поєднують переваги кількох видів транспорту і дедалі активніше застосовуються у логістиці будівельних матеріалів.

Окреме значення має класифікація перевезень за характером вантажопотоків: внутрішньо міські, міжміські та міжнародні. Внутрішньо міські здійснюються у межах міста або будівельного майданчика і потребують оперативності та маневреності. Міжміські перевезення орієнтовані на доставку з виробничих баз або складів у різні регіони країни, що потребує ретельного планування маршрутів і забезпечення надійності транспортних засобів. Міжнародні перевезення будівельних матеріалів значною мірою регламентуються міжнародними угодами та стандартами, потребують дотримання митних і сертифікаційних процедур.

Крім того, у науковій літературі виділяють класифікацію за видами тари та пакування. Сипучі матеріали перевозяться насипом у самоскидах, цементовозах або спеціальних контейнерах. Штучні матеріали (цегла, блоки) потребують перевезення на піддонах із закріпленням тяжкими елементами. Металеві конструкції та великогабаритні вироби транспортуються на спеціальних низькорамних платформах чи тралах.

З точки зору економічної ефективності, перевезення будівельних матеріалів можна класифікувати за витратами – низько-, середньо- та високовитратні, що пов'язано з вартістю транспорту, відстанню доставки, умовами завантаження і розвантаження, а також з потребою у спеціалізованому обладнанні. Дослідники зазначають, що близько 40–60 % загальної собівартості будівельних матеріалів у проєктах припадає саме на їх транспортування. Це підкреслює важливість раціональної класифікації і вибору відповідної транспортної стратегії.

У наукових працях акцентується увага на тому, що класифікація перевезень будівельних матеріалів має не лише теоретичне, а й велике практичне значення, адже вона дозволяє визначити оптимальні схеми транспортування для різних категорій вантажів. Наприклад, сипучі матеріали зазвичай характеризуються низькою вартістю одиниці вантажу при великих обсягах перевезень, тому їх транспортування повинно бути максимально дешевим і ефективним. Натомість металоконструкції чи збірні залізобетонні вироби потребують спеціалізованих транспортних засобів та ретельного кріплення, що значно підвищує собівартість перевезення.

UDC 624.012:697.1: 620.9

Ma Zhenzhou, applicant of the second (Master's) level of higher education; Borodai D. S., Ph.D. in Architecture, Associate Professor, SNAU, Sumy, Ukraine

MODERN ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES IN MUSEUM BUILDING DESIGN

Modern museum architecture emphasizes the integration of energy efficiency, cultural heritage preservation, and the creation of comfortable environments for visitors. Efficient energy use has become a critical aspect of museum design, where stable indoor climate and controlled lighting are essential. Applying energy-saving technologies is particularly relevant in cities with temperate or continental climates, as it reduces operational costs and environmental impact.

Comprehensive approach to energy efficiency. Designing energy-efficient museums involves minimizing energy consumption while maintaining optimal conditions for both exhibits and visitors. Key strategies include the use of renewable energy, automated climate control systems, rational spatial planning, and reduction of heat losses. Early design stages must consider building orientation, natural lighting, and efficient ventilation to maximize passive energy use.

Passive energy-saving solutions. Passive methods reduce the need for additional energy through architectural design. These include optimal building orientation, compact form, strategically placed windows and skylights, and high-quality insulation and airtightness of the building envelope. Modern museum complexes often use multilayered facades with insulation, energy-efficient

glazing, and interior light-diffusing elements to enhance natural lighting for exhibition spaces.

Active energy-saving technologies. Active solutions involve technical systems that generate or efficiently manage energy. Museums may include solar panels for public areas and electric vehicle charging, geothermal heat pumps for heating and cooling, and smart building management systems that automatically adjust lighting, temperature, and ventilation based on real-time occupancy. This approach reduces energy consumption while enhancing comfort for staff and visitors.

Innovative materials and constructions. Using modern materials with high thermal and moisture resistance is crucial for museum energy efficiency. Examples include energy-saving concrete blocks, ventilated facades, reflective roofing materials, and interior heat-accumulating elements. These solutions maintain a stable climate within exhibition halls without excessive energy use.

Automation and energy management systems. Contemporary museums are equipped with sensors and monitoring systems that track energy consumption in real time. This allows adaptive control of lighting, climate, and ventilation based on visitor presence. Intelligent lighting in public areas can reduce electricity use by 20–30%, and integration with renewable energy sources supports partial building autonomy.

Economic and environmental efficiency. Implementing energy-efficient technologies reduces both energy consumption and operational costs, with annual savings of up to 35%. Reduced reliance on fossil fuels lowers greenhouse gas emissions and improves urban air quality. Energy-efficient museums contribute to a healthier urban microclimate, promote sustainable development, and enhance the appeal of cultural institutions for visitors and investors.

Social and architectural aspects. Energy-efficient museums combine technical and social benefits. They foster a culture of resource-conscious behavior, provide safe and comfortable environments, and support the preservation of exhibits. Architectural strategies include rational zoning, maximizing natural light, integrating greenery, and designing thoughtful landscapes. Energy-efficient museum architecture thus becomes a tool for shaping environmental and cultural awareness among visitors.

The design of museums using modern energy-efficient technologies exemplifies an environmentally conscious approach to cultural architecture. Integrating passive and active solutions, innovative materials, and smart management systems ensures an optimal balance between comfort, economy, and sustainability.

In conclusion, integrating energy-efficient technologies in museum design ensures a balance between sustainability, visitor comfort, and the preservation of exhibits. Passive strategies such as optimal orientation, natural lighting, and high-performance insulation work together with active systems like smart climate control, solar panels, and geothermal heat pumps to reduce energy consumption. Innovative materials and automation further enhance thermal performance and operational efficiency. Beyond technical benefits, energy-efficient museums promote environmental awareness, provide comfortable and safe spaces, and reduce operational costs and emissions. Overall, such design represents a sustainable approach that combines functionality, aesthetics, and ecological responsibility.

UDC 624.012:697.1: 620.9

Tan Zhongyuan, applicant of the second (Master's) level of higher education; Borodai D. S., Ph.D. in Architecture, Associate Professor, SNAU, Sumy, Ukraine

APPLICATION OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN THE DESIGN OF A MULTIFUNCTIONAL RESIDENTIAL COMPLEX IN THE CITY OF SUMY

Modern architectural design is impossible without considering the principles of sustainable development, energy efficiency, and environmental responsibility. These issues become especially relevant when designing multifunctional residential complexes that combine housing, public, and recreational functions. In the city of Sumy, which has favorable natural and climatic conditions for the use of renewable energy sources, it is reasonable to implement a set of measures involving solar,

geothermal, and wind energy during the design of a nine-story residential building with integrated service facilities.

One of the key directions of energy-saving design is the use of solar energy. On the southern slopes of the roofs, photovoltaic panels are proposed to generate electricity that powers common-area lighting, ventilation systems, pumps, and partially — electric vehicle charging stations in the adjacent parking area. Additionally, solar collectors are designed to provide hot water for domestic needs. During the summer period, they can supply up to 60–70% of the residents' hot water demand, reducing the load on central heating networks. The orientation of the building toward the cardinal points also supports passive solar utilization — through extensive glazing of the southern façade, providing natural lighting and heat gains during the winter season.

Another promising energy source is geothermal energy, which relies on the stable ground temperature at depths of 50–100 meters. The project envisions ground-source heat pumps that provide heating in winter and cooling in summer. Such systems demonstrate a high coefficient of performance ($COP = 3\text{--}4$), meaning that for every 1 kW of electricity consumed, up to 4 kW of thermal energy is produced. Geothermal systems are also environmentally safe and durable, which makes them particularly advantageous in residential construction.

An additional element of the energy concept is a small vertical-axis wind turbine, adapted for urban conditions. In Sumy, the average annual wind speed reaches about 3.5–4 m/s, which makes it feasible to use wind power as an auxiliary source for outdoor lighting and emergency power back-up. The installation of low-power wind turbines is also justified from an aesthetic standpoint, as they can be harmoniously integrated into the roof composition or the landscape design of the courtyard area.

An equally important component is the energy-efficient building envelope. The design provides for façade insulation using mineral wool panels, installation of high-performance triple-glazed windows, and application of air-to-air heat recovery systems. These measures help minimize heat loss, improve indoor comfort, and reduce overall energy consumption by 30–40% compared to standard residential buildings.

Thus, the integration of alternative energy sources in the design of a multifunctional residential complex in Sumy represents a new standard of ecologically balanced architecture, focused on energy independence, economic efficiency, and user comfort. The use of solar, geothermal, and wind systems significantly reduces CO₂ emissions, lowers operational costs, and enhances the sustainability of the urban environment. This approach fully aligns with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 7 “Affordable and Clean Energy” and SDG 11 “Sustainable Cities and Communities.” Implementing such projects contributes to shaping the image of Sumy as a modern European city that embraces innovative architectural solutions for the benefit of people and the environment.

The conducted analysis proves that the use of alternative energy sources in architectural design is not only technically feasible but also socially and economically justified. The proposed solutions for the residential complex in Sumy demonstrate how renewable energy technologies can be harmoniously integrated into the urban structure, improving the quality of life while minimizing environmental impact. Such design strategies foster resilience, reduce dependency on fossil fuels, and contribute to the creation of a comfortable, future-oriented living environment that embodies the principles of sustainable architecture.

Looking ahead, the widespread adoption of renewable energy technologies in urban housing design could fundamentally change the energy landscape of Ukrainian cities. Implementing smart energy management systems, integrating green roofs, and expanding local microgrids will further enhance sustainability and resilience. For Sumy, this approach not only represents a step toward European environmental standards but also demonstrates the potential for innovation in regional architecture. By promoting ecological awareness and investing in renewable infrastructure, architects and city planners can transform traditional housing models into living systems that coexist harmoniously with nature while meeting the needs of future generations.

Ma Zhenzhou, applicant of the second (Master's) level of higher education; Borodai D. S., Ph.D. in Architecture, Associate Professor, SNAU, Sumy, Ukraine

MODERN LIGHTING SYSTEMS IN THE INTERIORS AND EXTERIORS OF MUSEUMS AND EXHIBITION CENTERS

Modern lighting plays a fundamental role in shaping the architectural and exhibition experience in museums and exhibition centers. It not only ensures proper visibility of exhibits but also contributes to creating a captivating atmosphere, enhances visitor comfort, and improves safety, while influencing the building's energy efficiency. Contemporary lighting systems can be classified into interior and exterior solutions, each with specific design requirements and technological considerations.

Interior lighting is crucial for providing optimal viewing conditions and highlighting the artistic, historical, or scientific value of exhibits. Key objectives include emphasizing details, creating an engaging ambiance, and preventing damage caused by ultraviolet (UV) and heat radiation. Modern museums increasingly utilize LED technology, offering high-quality illumination with low energy consumption. LED fixtures allow adjustable brightness and light spectrum, enabling tailored lighting for different types of exhibits such as paintings, sculptures, historical artifacts, or multimedia installations.

A notable trend in interior lighting is the implementation of dynamic lighting systems, which adjust intensity and color temperature based on the time of day, visitor occupancy, or specific events. Such systems enhance energy efficiency while delivering an interactive and immersive experience. Another important aspect is uniform light distribution, which reduces shadows and glare on displays, ensuring consistent illumination. Motion sensors and presence detectors further optimize energy use by automatically adjusting lighting when rooms are unoccupied.

Exterior lighting is equally important in shaping the perception of museums and exhibition centers. It highlights architectural features, improves orientation for visitors, and ensures safety at night. Modern solutions include architectural floodlights, linear LED fixtures, and façade illumination systems, which enable visually striking effects. Colored lighting and adjustable intensity can emphasize particular elements of the façade or synchronize with cultural events, enhancing the visual appeal of the building after dark.

Integration of lighting with smart building management systems allows for precise control and improved operational efficiency. For instance, outdoor lighting can be automatically dimmed or brightened depending on ambient light levels or time of day, reducing energy consumption by up to 30–40%. Large exhibition centers often employ comprehensive systems that coordinate interior and exterior lighting, ensuring visual coherence and energy optimization.

A critical consideration is safety and preservation of exhibits. Excessive light intensity or sources emitting high heat can damage sensitive artifacts. Modern museum lighting incorporates UV filters, targeted spotlights, and zone-specific controls to protect objects while enhancing visual clarity. This approach allows highlighting details and textures without compromising the integrity or color fidelity of exhibits.

Sustainability is another essential factor. The use of LED and other energy-efficient lighting technologies, combined with automated control systems and potential integration with solar energy, aligns museum operations with green building practices. This reduces the carbon footprint, lowers electricity costs, and supports both environmental and economic sustainability, all while maintaining high aesthetic and functional standards.

In conclusion, modern lighting systems are an integral component of museum and exhibition center design. They combine technological innovation, aesthetic appeal, and ecological responsibility to provide comfortable, safe, and visually engaging environments. By utilizing interactive, energy-efficient, and intelligent lighting solutions, architects and designers can enhance visitor experiences, highlight the cultural and artistic value of exhibits, and underscore architectural features. Contemporary lighting strategies, therefore, not only serve functional purposes but also contribute

to sustainable building management and elevate the overall cultural impact of museums and exhibition centers. modern lighting systems in museums and exhibition centers serve not only to provide visibility for exhibits but also to create a unique aesthetic and emotional experience for visitors. The combination of passive and active lighting technologies allows for optimized energy consumption, preservation of valuable objects, and the creation of comfortable conditions both indoors and outdoors. The use of LED technology, dynamic lighting, presence sensors, and integration with smart building management systems enhances operational efficiency, reduces electricity costs, and lowers the carbon footprint. Exterior lighting emphasizes the architectural features of buildings, ensures safety, and shapes the perception of cultural institutions even during nighttime. Therefore, modern lighting becomes a tool that unites technological innovation, aesthetic appeal, and environmental responsibility, supporting sustainable development and increasing the attractiveness of museums and exhibition centers for visitors and investors alike.

DC 624.012:697.1: 620.9

Tan Zhongyuan, applicant of the second (Master's) level of higher education; Borodai D. S., Ph.D. in Architecture, Associate Professor, SNAU, Sumy, Ukraine

ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES IN THE DESIGN OF A MULTIFUNCTIONAL RESIDENTIAL BUILDING IN SUMY

Modern trends in architecture and urban planning aim to achieve high standards of energy efficiency, environmental safety, and residential comfort. The issue of rational energy use has become a key factor in the design of residential and public buildings, especially in the context of sustainable urban development. In the city of Sumy, which has a moderate climate and growing urbanization, the design of a multifunctional nine-story residential building with integrated service facilities represents a relevant example of implementing modern energy-efficient technologies.

Integrated approach to energy-efficient design. Energy efficiency in construction implies minimizing energy consumption while ensuring optimal comfort. The main directions of this approach include reducing heat losses, using renewable energy sources, implementing automated climate control systems, and rational spatial zoning. At the initial design stage, it is crucial to consider building orientation, solar exposure, natural ventilation, and the relationship between interior and exterior spaces. In Sumy, where winters are cold and summers are warm, a balanced combination of passive and active energy-saving technologies is most effective.

Passive energy-efficient solutions. Passive technologies rely on architectural strategies that reduce the need for energy consumption. These include optimal building orientation, compact form, balanced glazing area, thermal insulation, and airtightness of enclosures. In the proposed residential complex in Sumy, multilayer façade systems with mineral wool insulation, energy-efficient triple-glazed windows, and air recuperation systems are used. These measures reduce heat loss by 40–45% and cut heating energy consumption nearly in half. The project also incorporates light-diffusing interior elements, maximizing natural lighting and decreasing the dependence on artificial sources.

Active energy-saving technologies. Active technologies include systems that generate or efficiently use energy through technical means. The complex is equipped with solar panels for lighting common areas and charging electric vehicles, ground-to-water heat pumps for heating and cooling, and a smart building management system that automatically regulates lighting, temperature, and ventilation according to real-time occupancy. This approach not only reduces overall energy use but also enhances user comfort and operational flexibility.

Innovative materials and constructions. The use of advanced building materials with high thermal performance is among the most crucial factors of energy efficiency. The project applies energy-saving aerated concrete blocks, ventilated façade systems with air gaps, and high-reflective roofing materials that prevent overheating in summer and retain warmth in winter. Additionally, heat-accumulating interior materials help stabilize the indoor microclimate without extra energy con-

sumption. These solutions provide both thermal comfort and long-term sustainability.

Automation and energy management systems. A high level of energy efficiency is achieved through energy monitoring and automation systems that track resource consumption in real time. “Smart” sensors for light, presence, humidity, and temperature enable adaptive control of systems according to residents’ needs. Intelligent lighting control in public zones reduces electricity consumption by 20–25%. The integration of these technologies with renewable energy sources creates a balanced and partially autonomous energy environment for the building.

Economic and environmental efficiency. Implementing energy-efficient technologies reduces not only energy consumption but also operational costs. On average, annual savings amount to 30–40%. Furthermore, reduced fossil fuel use leads to lower greenhouse gas emissions and improved urban air quality. Energy-efficient buildings contribute to a healthier urban microclimate, reduce heat pollution, and promote sustainable development. Their long-term economic benefits also enhance the attractiveness of investing in such projects.

Social and architectural aspects. Energy efficiency has both technical and social dimensions. Such buildings promote a culture of responsible energy use, improve living conditions, and create safe, comfortable, and healthy environments. Architectural and planning solutions aim to combine functionality, aesthetics, and sustainability. This is achieved through rational space organization, natural lighting, ergonomic landscape design, and the integration of greenery into the architectural composition of the complex. As a result, energy-efficient architecture becomes a medium for shaping environmental awareness among residents.

The design of a multifunctional residential building in Sumy with the application of energy-efficient technologies exemplifies a modern, environmentally oriented approach to architecture. The systematic implementation of passive and active energy-saving measures, the use of innovative materials, and smart management systems ensure an optimal balance between comfort, economy, and ecology.

Стоцький Є.О., магістрант, Волошко Т.П., старший викладач к, СНАУ, м.Суми. Україна

ВПЛИВ КООПЕРАЦІЇ НА ДИСТАНЦІЮ ПЕРЕВЕЗЕННЯ В МІСЬКІЙ ЛОГІСТИЦІ

У зв'язку зі стрімким зростанням урбанізації та щільності міст, динаміка міської логістики, переміщення вантажів у міських зонах кардинально змінилася. Історичні зміни в міському плануванні, зумовлені необхідністю розміщення житлових та офісних будівель, призвели до переміщення логістичних зон, великих сортувальних складів і розподільчих центрів, із центральних частин міста на околиці. Наслідком цього є те, що постачальники логістичних послуг (ПЛП), змушені долати дедалі більші відстані для доставки зростаючої кількості товарів. Це ускладнюється спільним використанням дорожньої інфраструктури з приватним транспортом, що зменшує її доступність для вантажівок і збільшує затори.

Попри ці виклики, ПЛП, як правило, вважають, що їхні індивідуальні маршрути вже максимально оптимізовані за допомогою сучасних програмних засобів, і тому не бачать подальшого потенціалу для поліпшення. Більше того, ідея кооперації – тобто співпраці з конкурентами, для подальшої оптимізації ефективності доставки (скорочення відстані, економія часу чи спільне використання транспортних засобів) є для них практично немислимою через побоювання втрати контролю над даними маршрутами чи клієнтами.

Однією з найважливіших питань, яке мають вирішувати ПЛП, – чи може саме така кооперація розкрити прихований потенціал для подальшого скорочення відстані проїзду в міських умовах, що має прямий вплив на екологічну та економічну сталість. Проблема, таким чином, полягає у кількісному виявленні переваг спільної логістики над індивідуальною оптимізацією.

Для аналізу впливу кооперації на відстань проїзду доцільно використовувати метод аналітичного моделювання. За допомогою такого дослідження можна порівняти два ключові сценарії, які демонструють різні підходи до організації доставок. Сценарій 1 включає розра-

хунки, де кожен постачальник логістичних послуг оптимізує свої маршрути індивідуально, діючи ізольовано. Сценарій 2 передбачає групові поставки товарів із трьох консолідаційних центрів до міста, демонструючи кооперативний підхід. Консолідаційні центри – це спеціально створені міські або приміські хаби, де товари від різних ПЛП збираються разом перед доставкою кінцевому споживачу. Одиницею аналізу є очищені дані матриць відправлення-призначення, що показують потік вантажів між усіма точками відправлення та доставки, що містять лише ті товари, які можуть бути об'єднані (тобто, транспортуватися в одному вантажному автомобілі) і які мають однаковий пункт призначення. У Сценарії 2 було також наголошено на кількох підсценаріях з різними розмірами транспортних засобів, починаючи від повних завантажень 40-тонними вантажівками до обмеженої кількості великих вантажівок з додатковими, меншими транспортними засобами, включно з 3,5-тонними фургонами, що є типовим транспортом для доставки «останньої милі». Такий підхід дозволив максимально реалістично моделювати реальні обмеження міського трафіку.

Результати аналітичного моделювання чітко доводять, що кооперативний підхід є значно вигіднішим, ніж індивідуальна оптимізація окремих постачальників логістичних послуг. Порівняння сценаріїв показує, що кооперація, яка включає об'єднання товарів та їхню доставку спільними транспортними засобами, дозволяє заощадити від 25% до 35% відстані проїзду для доставки всіх необхідних товарів.

Ці висновки підкреслюють, що такий підхід має високий потенціал для скорочення заток і аварій у міських районах, оскільки на дорогах з'являється менше напівпорожніх вантажівок, тим самим підвищуючи їхню комфортність та сталість. Очевидною перевагою кооперації в доставках вантажів міської логістики – є можливість сприяти досягненню амбітних міських кліматичних цілей, наприклад, щодо зниження викидів CO₂. Якщо ПЛП не бажають співпрацювати добровільно, законодавці можуть запровадити відповідні стимули такі, як податкові пільги чи пріоритетний доступ до зон доставки або правила, що включають обмеження на кількість транспорту, для мотивації спільних поставок. Таке державне втручання є ключовим важелем для створення сталої міської логістичної системи, системи перевезень, що є екологічною, економічно ефективною та соціально відповідальною. Таким чином, кооперація перетворюється з "немислимої" бізнес-моделі на необхідний елемент міської інфраструктури для зменшення зовнішніх ефектів вантажних перевезень.

Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

АДАПТАЦІЯ ПРАЦІВНИКІВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ДО СТРЕСОВИХ УМОВ ВОЄННОГО ЧАСУ

Війна в Україні докорінно змінила умови функціонування аграрної галузі, створивши комплекс нових стресових факторів, які впливають не лише на економічну стабільність підприємств, а й на психологічний стан, працездатність і рівень адаптації працівників. Якщо у мирний час діяльність у сільському господарстві характеризується переважно сезонними, економічними та кліматичними навантаженнями, то у воєнний період ці чинники доповнюються екзистенційними загрозами – небезпекою для життя, руйнуванням інфраструктури, невизначеністю майбутнього.

Умовно всі фактори можна поділити на вісім основних груп, що визначають рівень адаптації працівників аграрної сфери: організаційно-виробничі фактори; економічні фактори; психологічні фактори; соціальні фактори; екологічно-природні фактори; безпекові фактори; медико-санітарні фактори; реабілітаційно-професійні фактори.

Організаційно-виробничі фактори. У мирний час основними стресорами є сезонна нерівномірність навантаження, нестача сучасної техніки, фінансова нестабільність підприємств та зміни ринкових цін. У воєнний період ці виклики ускладнюються знищенням або мінуванням полів, втратою техніки, нестачею пального та ресурсів, зменшенням чисельності працівників через мобілізацію. Працівники змушені працювати у складних, часто небезпеч-

них умовах, що потребує високого рівня психологічної стійкості та швидкої адаптації.

Економічні фактори. У мирний час аграрії стикаються зі звичайними ринковими ризиками – коливанням цін, залежністю від погодних умов, конкуренцією. Під час війни виникають глибші економічні кризи: втрата ринків збуту, руйнування логістичних ланцюгів, блокування портів, зниження ліквідності господарств. Це призводить до зростання фінансової тривоги, відчуття нестабільності та страху за майбутнє, що вимагає не лише економічних, а й психологічних механізмів адаптації.

Психологічні фактори. Психоемоційні навантаження в аграрній праці традиційно пов'язані з перевтомою, конфліктами або фізичним виснаженням. У воєнний час додаються зовсім інші за характером стресори: постійна небезпека, звуки обстрілів, втрата близьких, страх смерті, невизначеність. Вони викликають хронічну тривогу, депресивні стани, посттравматичний стресовий розлад. Водночас у багатьох працівників формується феномен психологічної «життєвої витривалості», коли внутрішні ресурси спрямовуються на виживання і продовження діяльності попри загрозу.

Соціальні фактори. У мирний час соціальне середовище сільського працівника визначається професійними контактами, підтримкою колег, родини, місцевої громади. В умовах війни соціальні зв'язки руйнуються – частина людей евакуюється, інші мобілізуються. Колективи втрачають сталість, зростає рівень ізоляції та взаємної недовіри. Це створює потребу у відновленні комунікацій, згуртуванні та налагодженні соціальної підтримки як ключових механізмів адаптації.

Екологічно-природні фактори. Звичні природні ризики (посуха, хвороби тварин, шкідники) у воєнний час поєднуються з наслідками бойових дій: забрудненням ґрунтів, мінуванням територій, пожежами, деградацією екосистем. Такі загрози мають не лише матеріальний, а й психологічний ефект – знищення урожаю чи земель сприймається працівниками як втрата сенсу праці, що ускладнює адаптацію та підвищує рівень безсилля.

Безпекові фактори. Безпека праці в сільському господарстві традиційно пов'язана з технічними ризиками – травмами, роботою з технікою чи хімікатами. Під час війни ці ризики набувають екзистенційного виміру: робота в зоні бойових дій, обстріли, мінні поля. Це формує постійну тривогу, знижує концентрацію уваги та підвищує ризик помилок у роботі. Тому адаптація має включати як навчання правилам безпеки, так і психологічну підготовку до дій у кризових ситуаціях.

Медико-санітарні фактори. Сільська місцевість і до війни характеризувалася обмеженим доступом до медичних послуг. У воєнний час ситуація загострилася: нестача лікарів, дефіцит ліків, відсутність психологічної допомоги тощо. Це підсилює соматичні прояви стресу, спричиняє перевтому, загострення хронічних хвороб, що ускладнює процес адаптації до нових умов праці.

Реабілітаційно-професійні фактори. У мирний період аграрії рідко мали доступ до професійної реабілітації або психологічного супроводу. Війна актуалізувала цю проблему: велика кількість працівників потребує відновлення не лише фізичного, а й емоційного стану після пережитих травматичних подій. Серед основних напрямів адаптації – навчання технік саморегуляції, створення груп психологічної підтримки, впровадження короткострокових реабілітаційних програм безпосередньо у трудових колективах.

Отже, адаптація працівників сільського господарства у воєнний час – це комплексний процес, який поєднує економічні, психологічні, соціальні та організаційні аспекти. На відміну від мирного періоду, коли основним завданням було забезпечення стабільності праці, сьогодні першочерговим стає збереження життя, психологічної стійкості та професійної здатності до роботи. Від ефективності адаптаційних стратегій залежить не лише добробут працівників, а й продовольча безпека країни, що робить цю проблему надзвичайно актуальною у сучасних умовах.

АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Актуальність дослідження ефективності перевезення будівельних матеріалів зумовлена сучасними умовами розвитку будівельної галузі та транспортної інфраструктури України, які потребують постійного вдосконалення логістичних процесів і оптимізації перевезень.

Будівельні матеріали становлять значну частку у вантажоперевезеннях, адже вони є базою для реалізації більшості будівельних проєктів – від зведення житлових та комерційних об'єктів до розвитку дорожньо-транспортної інфраструктури. Водночас перевезення цієї категорії вантажів має низку специфічних особливостей, пов'язаних із великою масою та обсягами, потребою у дотриманні технологічних вимог щодо зберігання та транспортування, сезонними коливаннями попиту та залежністю від стану транспортних шляхів.

Низька ефективність перевезень будівельних матеріалів призводить до значних фінансових втрат підприємств, зростання собівартості будівельно-монтажних робіт, збільшення термінів реалізації проєктів і зниження конкурентоспроможності компаній на ринку. Сучасні тенденції розвитку економіки вимагають впровадження більш раціональних підходів до організації перевезень, що передбачає використання новітніх логістичних технологій, цифрових інструментів планування маршрутів, оптимізацію завантаження транспортних засобів, зниження витрат на паливо та технічне обслуговування. Особливої актуальності ця проблема набуває в умовах підвищення цін на енергоносії, нестабільності на ринку будівельних матеріалів та необхідності дотримання екологічних стандартів у транспортній сфері.

Для підприємств, що працюють у сфері постачання та перевезення будівельних матеріалів ефективна організація транспортної діяльності є ключовим чинником успіху.

Від правильної логістики залежить безперервність виробничих процесів замовників, своєчасність поставок та якість виконання контрактів. З огляду на високий рівень конкуренції на ринку, саме оптимізація перевезень дозволяє компаніям не лише зменшувати витрати, а й підвищувати рівень сервісу, формувати позитивний імідж та розширювати коло клієнтів.

Однією з сучасних тенденцій є впровадження технологій моделювання логістичних процесів. Використання програмного забезпечення для моделювання дозволяє прогнозувати завантаженість маршрутів, визначати оптимальну кількість транспортних засобів і оцінювати витрати на перевезення в різних сценаріях [1]. Це особливо актуально у будівельній сфері, де строки виконання робіт часто жорстко обмежені контрактами і будь-які затримки можуть мати значні фінансові наслідки [2]. Застосування технологій моделювання дозволяє не лише зменшувати ризики, але й формувати стратегічні рішення щодо розвитку транспортної інфраструктури підприємства [3].

А отже, логістичні та транспортні процеси у будівельній сфері становлять багатокomпонентну систему, в якій поєднуються економічні, технічні, організаційні та екологічні чинники. Від ефективності їхньої організації залежить не тільки собівартість будівельних робіт, але й загальний рівень конкурентоспроможності компанії на ринку. В умовах сучасних викликів найбільш перспективними напрямками розвитку транспортної логістики у будівництві є цифровізація, автоматизація, впровадження екологічних технологій та інтеграція всіх учасників процесу у єдину інформаційно-логістичну мережу.

Таким чином, дослідження питань підвищення ефективності перевезення будівельних матеріалів має вагомое практичне та теоретичне значення. Воно дозволяє комплексно проаналізувати існуючі проблеми транспортної діяльності підприємств галузі, визначити шляхи їх вирішення, розробити рекомендації щодо вдосконалення організаційно-економічних механізмів управління перевезеннями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонюк, І. І. Логістичні аспекти організації перевезень будівельних матеріалів / І. І. Антонюк. // Науковий вісник НУБіП України. — 2017. — Т. 1. — С. 112–118.

2. Коваленко, О. О. Логістичні аспекти організації перевезень будівельних матеріалів / О. О. Коваленко. // Логістика і транспорт. — 2016. — № 3. — С. 45–50.
3. Тарасенко, В. В. Транспортні технології в будівництві: навчальний посібник / В. В. Тарасенко. — К.: Кондор, 2009. — 208 с.

Саржанов О.А. к.т.н., доцент, Раков Д.В. магістрант, СНАУ

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО КЛАСИФІКАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Сучасна наука також пропонує класифікацію перевезень будівельних матеріалів за ступенем інтегрованості у логістичні системи. Традиційні перевезення здійснюються ізольовано від інших процесів постачання, тоді як інтегровані включаються у єдину систему управління матеріальними потоками, що охоплює закупівлі, зберігання, транспортування і споживання. Інтегровані перевезення забезпечують більш високий рівень координації між постачальниками, транспортними компаніями та будівельними організаціями, що дозволяє суттєво скоротити витрати.

Останніми роками значного поширення набула класифікація перевезень за екологічними параметрами. У світлі зростання вимог до зниження викидів парникових газів та шкідливих речовин будівельні компанії дедалі частіше віддають перевагу перевізникам, які використовують енергоощадні автомобілі, альтернативні види палива або поєднання транспорту з меншим рівнем негативного впливу на довкілля. Це не лише відповідає сучасним стандартам сталого розвитку, а й підвищує репутацію підприємств у конкурентному середовищі.

Перевезення будівельних матеріалів мають суттєві відмінності від транспортування інших видів вантажів, що пояснюється їхньою масовістю, специфічними умовами зберігання та підвищеними вимогами до безпеки. Для великогабаритних і важких матеріалів необхідно враховувати допустимі навантаження на осі транспортних засобів, стан дорожнього покриття та особливості маршрутів, що вимагає ретельного планування логістичних схем. Наприклад, доставка збірних бетонних конструкцій чи металевих балок потребує спеціального автотранспорту з підвищеною вантажопідйомністю та пристосуванням для кріплення, що ускладнює процес перевезення та збільшує його вартість. Водночас сипучі матеріали, як-от щебінь або пісок, вимагають використання самоскидів, що забезпечують швидке завантаження та розвантаження і скорочують час простою.

Класифікація перевезень будівельних матеріалів за технологічними ознаками передбачає поділ на перевезення навалом, насипом, у тарі, пакетованих або контейнеризованих вантажів, що дозволяє вибирати оптимальну форму доставки залежно від властивостей конкретного матеріалу. Наприклад, доставка цементу в паперових мішках чи біг-бегах вимагає дотримання умов захисту від вологи, тоді як сипучий цемент транспортують спеціалізованими цементовозами. У свою чергу, транспортування будівельних сумішей у контейнерах значно полегшує логістичні операції, оскільки контейнери можуть переміщуватися різними видами транспорту без додаткового перевантаження.

Важливим є також класифікаційний поділ за умовами перевезення: внутрішньоміські, міжміські та міжнародні. Внутрішньоміські перевезення будівельних матеріалів, як правило, здійснюються на короткі відстані, але часто в умовах інтенсивного транспортного потоку, що зумовлює необхідність врахування графіків руху та обмежень міської інфраструктури. Міжміські перевезення зазвичай передбачають транспортування великих партій матеріалів зі складів виробників на будівельні майданчики, що вимагає розробки ефективних маршрутів та зменшення холостих пробігів. Міжнародні перевезення відрізняються складнішими митними процедурами та додатковими витратами на оформлення документів, проте вони дозволяють будівельним компаніям отримувати доступ до унікальних матеріалів, які не виробляються всередині країни.

Залежно від терміновості доставки виділяють планові та термінові перевезення. Планові

передбачають заздалегідь визначений графік, що дозволяє більш ефективно використовувати транспортні ресурси, тоді як термінові часто супроводжуються підвищеними витратами через необхідність оперативної організації транспорту та залучення додаткових ресурсів. При цьому затримки у доставці будівельних матеріалів можуть призвести до значних фінансових втрат унаслідок зупинки будівельно-монтажних робіт. Саме тому сучасна практика організації перевезень передбачає активне використання логістичних підходів до планування поставок, що базуються на принципах своєчасності, надійності та економічності.

Таким чином, багатоваріантна класифікація перевезень будівельних матеріалів дозволяє формувати комплексне бачення організації транспортної діяльності в галузі, враховуючи економічні, технічні, організаційні, сезонні та екологічні фактори. Вона виступає фундаментом для розробки стратегій підвищення ефективності перевезень, оптимізації логістичних процесів та зниження витрат, що у підсумку сприяє зростанню конкурентоспроможності будівельних підприємств на сучасному ринку.

Саржанов О.А. к.т.н., доцент, Редько А.В. магістрант, СНАУ

ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Для підвищення ефективності перевезень будівельних матеріалів першочергове значення має оптимізація маршрутів та раціональне використання наявного автопарку.

Аналіз поточної діяльності показав, що значна частина рейсів здійснюється з недовантаженням транспортних засобів, а маршрути будуються без урахування реального часу в дорозі, сезонних коливань трафіку та черг на завантажувальних майданчиках. Це призводить до збільшення експлуатаційних витрат, витрат пального та простоїв водіїв. Для усунення цих проблем доцільно впровадити комплексний підхід до планування маршрутів із застосуванням спеціалізованих програм, які дозволяють оптимізувати маршрути з урахуванням відстані, вантажопідйомності автомобіля, типу вантажу, дорожніх умов та очікуваного часу доставки.

На практиці це означає розробку маршрутних схем для кожного типу вантажу окремо. Для сипучих матеріалів, таких як пісок та щебінь, рекомендується створювати кілька маршрутних ліній із чергуванням завантаження та розвантаження, що дозволяє максимально використовувати вантажопідйомність самоскидів і зменшити кількість порожніх рейсів.

Наприклад, для доставки щебеню на три основні будівельні об'єкти в межах області можна створити одну замкнену маршрутну лінію, де автомобілі по черзі проходять кожен об'єкт, що скоротить сумарний пробіг і зменшить витрати пального.

Для перевезення металевих конструкцій та великогабаритних виробів доцільно виділяти окремий автопарк із низькорамними платформами та заздалегідь планувати порядок завантаження, щоб уникнути повторних рейсів та простоїв через перевантаження. Оптимізація маршрутів для таких вантажів повинна враховувати обмеження за габаритами, наявність мостів і тунелів, а також час доби, коли рух транспорту менш інтенсивний, що дозволить мінімізувати затримки.

Щодо доставки готової продукції, такої як робочий одяг і спецвзуття, можна застосувати принцип комбінованих маршрутів, коли один автомобіль доставляє продукцію на кілька об'єктів у місті або регіоні, що дозволяє зменшити кількість рейсів і скоротити витрати на транспорт. Крім того, важливо передбачати буферний час на розвантаження та враховувати графіки роботи об'єктів, щоб уникнути очікування водіїв.

Раціональне використання транспортних засобів передбачає не лише оптимізацію маршрутів, але й управління завантаженістю автопарку. Власні автомобілі слід максимально використовувати для перевезень, де спеціалізація автопарку дає переваги, а для нестандартних або одноразових перевезень залучати підрядні транспортні організації. Для цього можна створити плановану систему замовлень, де заздалегідь визначаються транспортні потреби на тиждень або місяць, а кожен рейс узгоджується з наявними автомобілями та їх ван-

тажопідйомністю.

Додатково важливим кроком є впровадження системи чергування водіїв і транспорту, яка дозволяє зменшити простої через нерівномірне завантаження і забезпечує більш рівномірне використання техніки. Наприклад, автомобілі з великою вантажопідйомністю можна призначати на пікові рейси, а менш вантажопідйомні — на регулярні доставки невеликих партій. Це дозволить зменшити витрати на амортизацію та паливо, а також знизить ризик перевантаження автомобілів.

Крім того, доцільно впровадити регулярний моніторинг маршрутів і завантаженості транспортних засобів із використанням GPS-трекерів та програм обліку рейсів. Це дозволить аналізувати ефективність кожного маршруту, виявляти вузькі місця і коригувати маршрути у режимі реального часу. Наприклад, у разі затору на основному маршруті можна автоматично перенаправити автомобілі на альтернативний шлях, що скоротить час доставки та знизить витрати на паливо.

Важливим елементом оптимізації є також технічне обслуговування автопарку. Регулярна діагностика та ремонт дозволяють уникнути несподіваних поломок у дорозі, скорочують простої та підвищують безпеку перевезень. Водночас планування завантаження та маршрутів із урахуванням технічного стану автомобілів дозволяє рівномірно розподілити навантаження на весь автопарк і продовжити термін служби техніки.

Для підвищення загальної ефективності доцільно інтегрувати планування маршрутів з відділом виробництва та складським господарством. Це забезпечить своєчасну доставку матеріалів відповідно до графіку будівельних робіт, уникнення простоїв та перевантаження складів. Наприклад, склади можуть повідомляти про готовність матеріалів до відправки, а транспортна служба формує маршрути з урахуванням реального стану запасів і потреб об'єктів.

Також варто звернути увагу на раціональне використання спеціалізованого автотранспорту. Наприклад, низькорамні платформи для металоконструкцій часто використовуються для перевезення менш габаритних вантажів. Оптимізація передбачає виділення цих платформ лише для великогабаритних або важких вантажів, а для інших матеріалів залучати легші вантажівки. Це підвищить ефективність використання техніки та знизить експлуатаційні витрати.

У результаті реалізації цих заходів слід очікувати підвищення завантаженості автопарку на 10–15 %, скорочення загального пробігу на 12–20 %, зменшення витрат пального та амортизації, а також підвищення точності і своєчасності доставки матеріалів і готової продукції.

СЕКЦІЯ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПЕДАГОГІЦІ»

Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

ВАЖЛИВІСТЬ ФІЗИКИ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ АГРОНОМА

Фізика є базовою природничою наукою, що формує світогляд і наукове мислення майбутнього спеціаліста будь-якої галузі. Для здобувачів спеціальності «Агрономія» знання фізичних законів має особливе значення, оскільки всі процеси, що відбуваються у природі – від руху води в ґрунті до енергетичного обміну в рослинах, – підпорядковуються фізичним закономірностям. Сучасна агрономія – це не лише практичне землеробство, а високотехнологічна галузь, яка базується на досягненнях фізики, хімії, біології, екології та інформатики. Розуміння фізичних основ процесів у ґрунті, атмосфері та живих організмах є запорукою ефективного використання ресурсів, впровадження точного землеробства, оптимізації технологічних процесів і збереження довкілля. Вивчення фізики сприяє розвитку аналітичного мислення, уміння досліджувати природні явища, використовувати прилади для вимірювання фізичних величин і робити науково обґрунтовані висновки. Це створює фундамент для подальшого опанування спеціальних аграрних дисциплін, формує компетентності, необхідні для прийняття ефективних рішень у професійній діяльності агронома.

Важливість фізики у професійній підготовці агронома полягає у наступних аспектах:

- *розуміння фізичних процесів у природі*: фізика пояснює явища теплопередачі, випаровування, фотосинтезу, капілярного підняття вологи в ґрунті – усе це має прямий вплив на розвиток рослин;
- *оптимізація агротехнологій*: знання механіки та термодинаміки дозволяє правильно використовувати енергетичні ресурси, визначати оптимальні режими зрошення, сушіння зерна, транспортування і зберігання сільськогосподарської продукції;
- *формування експериментальних навичок*: під час лабораторних занять з фізики студенти вчаться проводити вимірювання, користуватися приладами, опрацьовувати результати, що необхідно для майбутніх досліджень у рослинництві та агрохімії;
- *розвиток наукового мислення*: фізика формує системний і доказовий підхід до вирішення проблем, що сприяє впровадженню інноваційних технологій у сільське господарство.

Особливості викладання фізики для здобувачів спеціальності «Агрономія»

Професійна спрямованість змісту	Під час викладання важливо показати практичну цінність фізичних знань для аграрної сфери. Наприклад, вивчаючи закони гідростатики, студенти можуть аналізувати роботу зрошувальних систем, а під час вивчення оптики – принципи роботи агрометеорологічних приладів.
Прикладний характер лабораторних робіт	Доцільно проводити експерименти, пов'язані з вологістю повітря, теплопровідністю ґрунтів, випаровуванням води, енергоефективністю технічних процесів. Це показує студентам безпосередній зв'язок між теорією та практикою.
Інтеграція з аграрними дисциплінами	Під час навчання доцільно показувати взаємозв'язок фізики з ботанікою, ґрунтознавством, агрохімією, механізацією сільського господарства та екологією. Це допомагає студентам формувати системне уявлення про природні та технологічні процеси.
Використання сучасних технологій навчання	Важливо застосовувати моделювання фізичних процесів, цифрові лабораторії, комп'ютерні симуляції для візуалізації явищ, що важко спостерігати безпосередньо у польових умовах.

Визначальними у професійній підготовці агронома є також міжпредметні зв'язки та практичне значення фізики для фахових дисциплін. Наприклад, фізика пояснює водно-фізичні властивості ґрунту, процеси інфільтрації, капілярного підняття вологи, теплопровід-

ності та газообміну («Ґрунтознавство з основами геології»); закони оптики, термодинаміки й механіки допомагають зрозуміти фотосинтез, транспірацію, рух соків і обмін енергії в рослинних організмах («Ботаніка», «Фізіологія рослин»); фізичні знання необхідні для аналізу теплових процесів у атмосфері, радіаційного балансу, вологості, утворення опадів і прогнозування кліматичних умов («Агрометеорологія»); механіка та електродинаміка лежать в основі роботи сільськогосподарських машин, насосів, систем зрошення, сушарок та обприскувачів («Машинне забезпечення агротехнологій»); розуміння законів енергетичного обміну, поширення звуку, світла, тепла допомагає оцінювати вплив сільськогосподарської діяльності на довкілля («Екологія»).

Фізика є однією з найважливіших складових природничо-наукової підготовки майбутнього агронома. Вона формує теоретичну основу для розуміння природних явищ, які визначають умови росту рослин, структуру і властивості ґрунту, кліматичні процеси, а також функціонування технічних засобів сільськогосподарського виробництва. Завдяки вивченню фізики студенти набувають умінь аналізувати технологічні процеси, робити науково обґрунтовані висновки, користуватися сучасними приладами та методами вимірювання. Отже, фізика є не просто навчальним предметом, а виступає інтелектуальним інструментом, який дозволяє агроному глибше розуміти природу, керувати її процесами та впроваджувати науково обґрунтовані технології у практику сучасного землеробства.

Кушнірова Л.В., СумДПУ, Україна

ВИСВІТЛЕННЯ В. МАСАЛЬСЬКИМ ПИТАНЬ АНАЛІЗУ МОВИ ТВОРІВ І НАВЧАННЯ СТИЛІСТИКИ НА УРОКАХ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ

У наш час нарешті стало всім зрозуміло, що найвищою цінністю є людина. Культура має великий вплив на формування цінностей. Відомості з української культури, з якими учні ознайомлюються на уроках історії, мови й літератури, органічно доповнюють одні одних [5]. Вітчизняні вчені, зокрема методисти й філологи, залишили нам багату наукову спадщину. Так, праці відомого лінгводидакта В. Масальського створили базу для подальших досліджень у галузі теорії та методики навчання української мови.

Мета цієї доповіді – розглянути висвітлені В. Масальським питання аналізу мови творів і навчання стилістики на уроках української мови.

Заслугою науковця стало вивчення актуальних проблем теорії та методики навчання української мови. Учений займався лінгвостилістикою, започаткував системну роботу з розвитку зв'язного мовлення на уроках української мови [2; 4].

На погляд В. Масальського, учень тоді зрозуміє, що таке стилістика, коли дістане через практику достатнє орієнтування щодо стилю в мові, жанрі. Учений зазначає, що достатня граматична правильність – це перший цикл стилістичних умінь, обов'язковий вже для учня середньої школи. Розглядаючи елементи стилістики в середній школі, В. Масальський говорить про опанування учнем основних норм граматично-правильної та стилістично-упорядкованої літературної мови.

Науковець відмічає, що практичне застосування елементів стилістики в школі відбувається в процесі роботи над культурою мовлення, під час виконання тематичних робіт і спеціальних граматично-стилістичних вправ.

Піднесення стилістичної грамотності учнів, на думку видатного українського вченого-лінгводидакта О. Біляєва, є однією з актуальних проблем навчання [1, с. 19].

В. Масальський досліджує мову й стиль творів Т. Шевченка, М. Коцюбинського, П. Тичини та інших письменників. Розглянемо деякі питання аналізу В. Масальським мови творів М. Коцюбинського.

У посібнику для вчителів «Мова і стиль творів М. Коцюбинського» в динаміці образів показано зростання майстерності прозаїка. «Течія становлення соціального і психологізованого реалістичного образу й урізноманітнення словесних художніх засобів письменника ви-

разно простежується в його сатирі на ліберальне культурництво і просвітительство («Хо», «Лялечка»).

Найвищі досягнення М. Коцюбинського в галузі стилю художнього слова бачимо в революційно-демократичних творах останнього десятиріччя життя письменника ...

Він не запозичає імпресіоністичної манери письма, що фетишизує форму, але шукає нових мовних засобів, зокрема художньої деталі, для кращого розкриття ідейно-тематичної спрямованості твору, реалістичного, перспективного зображення дійсності» [3, с. 8–9].

В. Масальський доводить, що художнє слово М. Коцюбинського «є вершиною нового, реалістичного стилю кінця XIX і початку XX ст., новим етапом розвитку критичного реалізму...» [3, с. 9].

На думку дослідника, прозаїк черпає словесно-художні засоби з глибин загальнонародної мови. «Народність мови М. Коцюбинського, звичайно, не тільки в тому, що він реалістично застосовує народну лексику, фразеологію тощо, а й у відображенні насамперед у мові творів переживань і завітних прагнень народу, його боротьби за визволення, народної мудрості, філософії, етико-естетичної основи в певних національних художніх формах» [3, с. 51].

«Склад, природа, функція епітетів повісті, новели М. Коцюбинського визначаються характером ідейно-тематичного спрямування образної системи письменника та підпорядкованими скерованості образів особливостями стилістичної естетики розповіді. Тільки як елемент стилю і може бути усвідомлений та витлумачений епітет у творах М. Коцюбинського» [3, с. 66–67].

Науковець зауважує, що в прозі письменника широких стилістичних функцій надано інверсії епітета. У порівнянні зі старою повістю функції інверсованого епітета виразно поширені та більш диференційовані. Учений зазначає, що різні аспекти перенесень, метафоризації допомагають письменникові, не відриваючись від реального світу, виявляти через епітети настрої, думки, переживання героїв і свої, драматизувати розповідь або надавати їй ліричного, епічного забарвлення.

В. Масальський констатує, що письменник прагнув знайти кращі образи-порівняння на виявлення зв'язків між явищами, речами, фактами і з цією метою вдавався до зіставлень об'єктів то ближчих, то дальших сфер. Дослідник наводить приклади із творів: один зі стилістичних прийомів посилення М. Коцюбинським враження від порівняння – це застосування синтаксичного паралелізму; також для посилення дієвості художнього образу – уведення в контекст порівняння у формі підрядного речення з *мов* і безприйменикового орудного відмінка, приєднуваного до попередньої конструкції. За допомогою означальних підрядних речень розгортаються оригінальні художні образи-порівняння.

В. Масальський підбиває підсумок: «Збагативши художнє слово новою системою порівнянь, М. Коцюбинський зробив значний внесок у розвиток української літературної мови» [3, с. 63]. «Відчуття найтонших відтінків слова допомогло талановитому митцеві піднести стилістичне застосування загальноживаного слова в художній прозі на таку височінь, якої не досягав до М. Коцюбинського жоден український письменник» [3, с. 73].

На думку вченого, М. Коцюбинському належать найвищі здобутки у створенні шедеврів ритмомелодійних звучань високохудожніх частин розповіді. У багатоваріантній системі синтаксису творів письменника є не тільки короткі, динамічні речення на відображення живої розмовної мови. Дослідник звертає увагу на те, що ряд конструкцій дістає у синтаксисі прозаїка новий стилістичний аспект.

Учений визнає великим внесок письменника в становлення морфологічної структури і фонетичної основи української літературної мови.

Серед особливостей наукового й публіцистичного стилів М. Коцюбинського В. Масальський відзначає значно ширшу, ніж у І. Нечуя-Левицького й П. Мирного, заміну елементів колоритної розмовно-побутової мови елементами літературної мови, піднесеної на вищий щабель, словами, зворотами, конструкціями, придатними для передачі категорій абстрактного мислення.

У результаті вивчення прози митця науковець доходить висновку, що розвиток мовно-

стилістичної системи творів М. Коцюбинського відображають ті зміни, які робив письменник у художніх текстах, готуючи їх до нового видання.

Висвітлені В. Масальським питання аналізу мови творів і навчання стилістики на уроках української мови цікавили й продовжують цікавити педагогів і дослідників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Біляєв О.М. Лінгводидактика рідної мови / О.М. Біляєв. – К.: Генеза, 2005. – 180 с.
2. Методика викладання української мови в середній школі / За ред. С.Х. Чавдарова і В.І. Масальського. – К.: Рад. школа, 1965. – 372 с.
3. Масальський В.І. Мова і стиль творів М. Коцюбинського / В.І. Масальський. – К.: Рад. школа, 1965. – 124 с.
4. Масальський В.І. Питання методики граматики, правопису і розвитку мови учнів / В.І. Масальський. – К.: Рад. школа, 1953. – 136 с.
5. Яблонська О. Українська література як державна стратегія України / О. Яблонська // Дивослово. – 2020. – № 5. – С. 2 – 3.

УДК 378.4:62:53.1

Радчук О.В., к.т.н., доц., СНАУ, м.Суми, Україна

СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ "ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА" ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ЗВО

Теоретична механіка є фундаментальною дисципліною в підготовці інженерів, оскільки вона формує основу для розуміння законів руху, рівноваги та деформацій матеріальних тіл. У сучасних умовах швидкого розвитку технологій та змін у вимогах ринку праці традиційні методи викладання, такі як лекції та розв'язування задач на дошці, вже не задовольняють потреби студентів. Вони часто призводять до пасивного навчання, низької мотивації та слабого засвоєння матеріалу. Згідно з дослідженнями, опублікованими в Journal of Engineering Education, лише 20-30% студентів ефективно застосовують теоретичні знання в практичних задачах без додаткових інструментів. Тому актуальним є впровадження сучасних методів викладання, які поєднують цифрові технології, інтерактивні підходи та орієнтацію на результати навчання. Метою є демонстрація, які методи підвищують ефективність навчання, розвивають критичне мислення та готують студентів до реальних інженерних викликів.

Традиційне викладання теоретичної механіки базується на аксіомах Ньютона, принципах Лагранжа та Гамільтона, з акцентом на аналітичні розрахунки. Студенти вивчають статику, кінематику та динаміку через лекції, семінари та лабораторні роботи. Однак такий підхід часто ігнорує індивідуальні потреби студентів і не враховує цифрову грамотність сучасного покоління. Сучасні методи, навпаки, інтегрують технології та активне навчання. Вони включають blended learning (змішане навчання), flipped classroom (перевернутий клас), project-based learning (проектне навчання) та використання симуляційного програмного забезпечення. Інноваційні методи підвищують залученість студентів на 40-50% порівняно з традиційними. В Україні акцент робиться на поєднанні теорії з практикою, з використанням комп'ютерних програм для моделювання. Одним з ключових сучасних методів є blended learning, яке поєднує очне викладання з онлайн-компонентами. Студенти можуть вивчати теоретичний матеріал через платформи як Moodle чи Coursera, де доступні відеороки, інтерактивні симуляції та тести. Наприклад, у курсі динаміки можна використовувати онлайн-симулятори для моделювання руху тіл під дією сил, що дозволяє візуалізувати абстрактні концепції. Також студенти працюють у групах, обговорюючи задачі в реальному часі через Zoom чи Microsoft Teams. В українських ЗВО впроваджують подібні методи, де студенти вирішують задачі з теоретичної механіки за допомогою програм як MATLAB чи ANSYS. Це розвиває навички командної роботи та самостійного пошуку інформації, що є критичним для інженерів. У flipped classroom студенти вивчають теорію вдома через відео чи читання, а на

заняттях застосовують знання на практиці. Це ефективно для теоретичної механіки, де акцент на розв'язуванні задач. Викладач стає фасилітатором, а не лектором, допомагаючи студентам у групових дискусіях чи лабораторних симуляціях. Сучасні тенденції включають ІІІ для персоналізованого навчання. Платформи як Khan Academy адаптують завдання під рівень студента. У теоретичній механіці ІІІ може генерувати задачі чи перевіряти розв'язки. Дослідження ResearchGate підкреслює роль ІІІ в дидактиці математики та інформатики, що застосовується до механіки.

Сучасні методи викладання теоретичної механіки трансформують освіту інженерів, роблячи її більш інтерактивною, практичною та орієнтованою на майбутнє. Blended learning, flipped classroom, project-based learning та технології як симуляції та ІІІ підвищують ефективність на 30-50%. В українських ЗВО впровадження цих методів готує студентів до глобальних викликів.

УДК 378.147

Ребрій А.М., старший викладач, СНАУ, Суми, Україна

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ.

У світі, що стрімко рухається вперед, заклади вищої освіти (ЗВО) більше не можуть залишатися простими "трансляторами" знань. Випускники потребують не лише диплома, а й критичного мислення, цифрової грамотності та здатності вирішувати комплексні задачі. Відповідь на цей виклик - прогресивні технології викладання.

Це не просто про додавання комп'ютерів; це про зміну всієї філософії навчання: перехід від пасивного споживання інформації до активної, проєктної діяльності, орієнтованої на здобувача.

Сучасні методики зміщують фокус з викладача як єдиного джерела і роблять студента активним суб'єктом навчання.

Зміна параметрів аудиторії:

- "Перевернута аудиторія" - теоретичний матеріал (відео-лекції, статті) освоюється здобувачами самостійно вдома. Аудиторний час стає практичним майданчиком для дискусій, розв'язання проблем та застосування знань під керівництвом викладача.
- Проєктне навчання - навчання через тривалу роботу над реальними або імітованими проєктами. Це вимагає міждисциплінарних знань, командної роботи та формує навички, необхідні на ринку праці.
- Метод кейсів - аналіз реальних професійних ситуацій для розвитку аналітичних здібностей та навичок прийняття рішень, що імітує робочі виклики.

Цифровізація - це не опція, а наріжний камінь прогресивної освіти, особливо в умовах змішаного чи дистанційного навчання:

- Організація та комунікація – використання онлайн-платформи (Moodle, Google Classroom, Zoom, Google Meet) для управління курсами, доступу до матеріалів та проведення синхронних/асинхронних занять. Хмарні сервіси (Google Workspace, Office 365) для спільної роботи над документами та проєктами в реальному часі.
- Імерсивні технології - застосовуються для інженерних та технічних спеціальностей. Віртуальна реальність занурює в імітоване середовище для безпечної практики (наприклад, обслуговування складного обладнання). Доповнена реальність накладає цифрові 3D-моделі та графіки на реальні фізичні об'єкти (наприклад, вивчення будови механізму через камеру смартфона).
- Аналітика та персоналізація – використовується для збору та аналізу даних про взаємодію здобувачів з онлайн-матеріалами. Дозволяє прогнозувати ризики академічної неуспішності, персоналізувати навчальні траєкторії та оптимізувати якість курсів

В епоху прогресивних технологій роль викладача кардинально змінюється. Він перестає бути "джерелом знань" і стає: навігатором - спрямовує навчальний процес, допомагає студенту

нтам орієнтуватися у великих обсягах інформації та самостійно шукати рішення; ментором (коучем) - надає індивідуалізований зворотний зв'язок, стимулює рефлексію, розвиток професійних навичок; дизайнером навчального досвіду - розробляє ефективні та залучаючі, інтерактивні навчальні курси та матеріали, що максимально відповідають практичним потребам.

Здобувач перестає бути пасивним об'єктом навчання і стає активним суб'єктом - відповідальним за власне навчання, здатним до співпраці, самостійного пошуку та критичного аналізу.

Впровадження прогресивних технологій викладання має значні переваги: формування компетенцій 21 століття, підвищення мотивації, персоналізація навчання, практична орієнтованість.

Впровадження цих технологій вимагає постійного підвищення кваліфікації викладачів, оновлення матеріально-технічної бази та системного підходу до реформування освітнього процесу в ЗВО.

Технології надають нові, потужні інструменти для поглиблення занурення та ефективності навчання:

- технології віртуальної та доповненої реальності занурюють здобувача у повністю імітоване середовище. Ідеально підходить для дисциплін інженерних спеціальностей де практика пов'язана з ризиком або високими витратами. Доповнена реальність накладає цифрову інформацію (3D-моделі, графіки) на реальний фізичний об'єкт через камеру планшета чи смартфона. Це може використовуватися для детального вивчення будови механізмів або архітектурних проєктів;
- використання хмарних платформ (Google Workspace, Office 365) для спільного редагування документів, миттєвого зворотного зв'язку та колективної роботи над проєктами в режимі реального часу;
- збір та аналіз даних про взаємодію здобувачів з онлайн-матеріалами, їхню успішність та залученість. Це дозволяє ЗВО прогнозувати ризики відсіву та оптимізувати якість навчальних курсів, виявляючи, які методи та матеріали є найефективнішими.

Прогресивні технології викладання - це не просто модні інструменти, а стратегічний підхід до освіти, орієнтований на майбутнє та максимальну готовність випускників до викликів цифровізації. Їхнє органічне поєднання з класичними дидактичними принципами є запорукою успіху сучасного закладу вищої освіти.

КОЛОДНЕНКО Андрій, здобувач освіти, ДЕРЕВ'ЯНЧЕНКО Діана, здобувач освіти, СНАУ, Суми, Україна

СТУДЕНТСЬКЕ САМОВРЯДУВАННЯ – ВАЖЛИВИЙ МЕХАНІЗМ ЗАХИСТУ ПРАВ

Студентське самоврядування є важливою формою реалізації принципів демократії в закладах вищої освіти. Воно передбачає самостійну діяльність студентів, спрямовану на представлення та захист їхніх прав і інтересів у межах освітнього середовища.

Нормативно-правовою основою діяльності студентського самоврядування в Україні є Закон України «Про вищу освіту», який визначає його права, структуру та повноваження. Відповідно до статті 40 цього Закону, студентське самоврядування сприяє забезпеченню прав студентів на участь в управлінні закладом освіти.

Органи студентського самоврядування (студентська рада, профком студентів, старостат, парламент тощо) здійснюють представництво студентської спільноти в колегіальних органах управління університетом – вченій раді, стипендіальній комісії, комісіях із якості освіти, питаннях соціального захисту тощо.

Важливою функцією самоврядування є **захист соціально-економічних прав студентів**, зокрема у питаннях призначення стипендій, поселення в гуртожиток, участі в

програмах матеріальної підтримки, грантах та волонтерських ініціативах.

Захист академічних прав реалізується через моніторинг дотримання принципів академічної доброчесності, запобігання випадкам дискримінації, необ'єктивного оцінювання або порушення прав студента під час освітнього процесу.

Інформаційна діяльність студентського самоврядування сприяє підвищенню правової обізнаності молоді, популяризації ідей самоврядування, формуванню активної громадянської позиції.

Участь студентів у роботі органів самоврядування сприяє **розвитку лідерських і комунікативних навичок**, виховує відповідальність, ініціативність, толерантність і навички командної взаємодії, що є важливими для подальшої професійної діяльності.

Ефективне функціонування студентського самоврядування є запорукою партнерських відносин між студентами та адміністрацією університету, підвищення рівня довіри та створення безпечного, відкритого і комфортного освітнього середовища.

Таким чином, студентське самоврядування виступає не лише інструментом організації студентського життя, а й **ключовим механізмом захисту прав та інтересів студентів**, який сприяє становленню активних, свідомих і соціально відповідальних громадян.

Незважаючи на важливість студентського самоврядування, існують певні виклики, які стоять перед цими організаціями. Один з них - недостатнє фінансування та ресурси. Багато студентських організацій стикаються з проблемою обмеженого бюджету, що ускладнює їхню діяльність та реалізацію проєктів. Саме тому може знадобитися юридичний аналіз договорів юристом або юридичний аналіз контракту про освітні послуги, які підписують абітурієнти під час вступу до закладів освіти.

Ще одним викликом є забезпечення репрезентативності та включеності. Часто студентські самоврядування можуть стати представниками лише певної частини студентського тіла, що не відображає всю різноманітність та потреби студентської громади.

Студентське самоврядування в закладах вищої освіти відіграє ключову роль у формуванні активної громадянської позиції, розвитку лідерських якостей та стимулюванні творчості серед студентів. Незважаючи на виклики, ця організація має значний потенціал для подальшого розвитку та покращення умов навчання та життя студентської громади. Активна участь студентів у студентському самоврядуванні сприяє формуванню відповідальних та свідомих громадян, які здатні приймати обґрунтовані рішення та співпрацювати для досягнення спільних цілей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 р. № 1556-VII.
2. Андрущенко В. П. Студентське самоврядування як інструмент демократизації вищої освіти. *Вища освіта України*, 2021.
3. Кремен В. Г. Освіта і суспільство: взаємозв'язки в умовах трансформації. – Київ: Знання України, 2020.
4. Офіційний сайт Міністерства освіти і науки України. – <https://mon.gov.ua>.

УДК 378.147

Борозенець Н.С., канд. пед. наук, доцент, СНАУ, Суми, Україна

ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ АГРАРНОГО СЕКТОРУ ЗА ДОПОМОГОЮ МІЖДИСЦИПЛІНАНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

Міждисциплінарність в аграрних університетах виступає потужним інструментом професійної підготовки, що дає змогу майбутнім фахівцям бачити взаємозв'язки між різними галузями знань, поєднувати теоретичні засади з практичними навичками та ефективно розв'язувати складні проблеми сучасного аграрного виробництва.

Під міждисциплінарними зв'язками розуміють інтеграцію та взаємодію різних навчальних дисциплін, що забезпечує цілісність знань, формує комплекс професійних умінь і навичок, сприяє кращому засвоєнню навчального матеріалу, розвитку аналітичного мислення та здатності застосовувати здобуті знання в нових контекстах. Такий підхід дозволяє студентам бачити систему аграрного виробництва як єдиний організм, де технологічні, економічні, екологічні та математичні аспекти тісно взаємопов'язані.

Одним із прикладів міждисциплінарної взаємодії є поєднання математичних дисциплін та агроінженерії. Саме математичні дисципліни надають інструментарій для аналізу, моделювання та прогнозування складних процесів, що відбуваються в аграрних системах, тоді як агроінженерія створює практичне поле для застосування цих методів. Майбутні аграрії мають уміти використовувати математичні моделі для проєктування, аналізу й управління технологічними процесами, що є основою їхньої професійної компетентності.

Основні напрями міждисциплінарної інтеграції між математичними дисциплінами та агроінженерією включають:

1. Аналіз і моделювання агротехнічних процесів. Використання математичного моделювання дозволяє описувати динаміку біологічних, фізичних та технічних процесів у сільсько-му господарстві. Диференціальні рівняння допомагають моделювати теплові, масообмінні чи механічні процеси, які відбуваються в сільськогосподарських машинах, системах зрошення чи переробних установках.

2. Оптимізація технологічних рішень. Методи лінійного та нелінійного програмування дають змогу приймати раціональні рішення щодо ефективного використання ресурсів — землі, води, енергії. Аналіз функцій багатьох змінних використовується для визначення оптимальних параметрів технологічних операцій, що дозволяє підвищити продуктивність і зменшити втрати.

3. Статистичний аналіз даних. Методи математичної статистики застосовуються для обробки експериментальних даних, оцінки ефективності техніки, прогнозування врожайності, дослідження впливу агротехнологічних факторів. Кореляційно-регресійний аналіз дозволяє визначити взаємозв'язки між кліматичними показниками, характеристиками ґрунту та урожайністю культур.

4. Математичне забезпечення автоматизованих систем. Алгоритми управління роботизованими системами, агродронами чи автоматизованими сівалками ґрунтуються на математичних моделях і теорії систем управління. Це дозволяє створювати «розумні» технологічні рішення для точного землеробства та моніторингу стану полів.

Приклади застосування міждисциплінарних зв'язків:

1. Моделювання ефективного зрошення. Розглянемо задачу розрахунку зміни рівня води в зрошуваному резервуарі, який отримує воду з річки та використовується для поливу. Об'єм води $V(t)$ у резервуарі змінюється за законом

$$\frac{dV}{dt} = Q_{in} - Q_{out} - E$$

де Q_{in} — притік води, Q_{out} — витрати на зрошення, E — втрати на випаровування.

Розв'язання цього рівняння дозволяє прогнозувати рівень води в часі, планувати поливи й уникати пересихання або переповнення резервуара. Така модель розглядається під час вивчення теми «Диференціальні рівняння» та демонструє практичне застосування математичних знань у гідротехнічних розрахунках.

2. Моделювання механіки сільськогосподарської техніки. Необхідно оцінити динаміку руху трактора, що буксирує плуг. Рух описується другим законом Ньютона:

$$m \frac{dV}{dt} = F_{en} - F_{res}$$

де m — маса трактора, F_{en} — сила тяги, F_{res} — опір ґрунту.

Отримане рівняння дозволяє визначити швидкість у часі, розрахувати час розгону до робочої швидкості, а також оптимізувати параметри техніки для зменшення енергозатрат.

3. Прогнозування врожайності за кліматичними даними. Використовується багатофакторна лінійна регресійна модель:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

де Y — врожайність, $X_1, X_2, \dots, X_n$ — кліматичні фактори (температура, кількість опадів, вологість), $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ — коефіцієнти впливу.

Такий підхід дозволяє прогнозувати урожай залежно від кліматичних умов, визначати оптимальні терміни сівби й внесення добрив.

4. Розробка систем точного землеробства. Для оптимізації розподілу поживних речовин у ґрунті застосовуються чисельні методи розв'язування рівнянь конвекції-дифузії, які описують переміщення добрив у товщі ґрунту. Це дає змогу прогнозувати ефективність живлення рослин, мінімізувати втрати добрив і зменшити негативний екологічний вплив.

Таким чином, математичні дисципліни є фундаментом інноваційної підготовки фахівців аграрного сектору, оскільки забезпечує методологічну основу для аналізу, моделювання та оптимізації виробничих процесів. Міждисциплінарні зв'язки сприяють глибшому розумінню реальних задач, формують системне мислення та здатність ухвалювати ефективні рішення в умовах цифровізації аграрного виробництва.

УДК 378.147

Борозенець Н.С., канд. пед. наук, доцент, СНАУ, Суми, Україна

ІНТЕГРАЦІЯ МАТЕМАТИЧНИХ ЗНАТЬ У РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ-АГРАРІЇВ

Інноваційна підготовка — це процес формування в майбутніх фахівців здатності здійснювати пошук, аналіз, розробку та впровадження новітніх ідей, технологій і рішень у професійну діяльність з метою підвищення її ефективності. Для аграрної галузі така підготовка має особливе значення, адже сучасне сільське господарство динамічно розвивається, поєднуючи традиційні знання з цифровими технологіями, автоматизацією виробничих процесів, біотехнологіями та концепцією сталого розвитку.

Інноваційна підготовка майбутніх фахівців-аграріїв передбачає формування вмінь аналізувати сучасні технології, розробляти нові підходи до розв'язання професійних завдань, використовувати цифрові засоби для оптимізації виробництва. Її основними складовими є креативність (здатність генерувати нові ідеї, пропонувати нестандартні рішення й удосконалювати технологічні процеси); дослідницькі навички, необхідні для проведення експериментів, збору й аналізу даних, розробки та перевірки нових технологій; технологічна грамотність, що забезпечує вміння працювати з сучасним обладнанням, цифровими платформами та аналітичними програмами.

Майбутні фахівці-аграрії повинні мати знання про інноваційні напрями розвитку сільського господарства — точне землеробство, автоматизовані системи моніторингу, біотехнології, органічне виробництво, альтернативну енергетику тощо. Важливо також розвивати творче мислення, вміння прогнозувати результати впровадження новацій, оцінювати їх ефективність і швидко адаптуватися до змін ринку, кліматичних умов чи технологічного середовища.

У системі професійної підготовки аграріїв математичні дисципліни відіграють ключову роль у формуванні інноваційного мислення та здатності до аналітичної діяльності. Саме математика є основою наукового підходу, що дозволяє кількісно описувати, аналізувати та моделювати процеси в аграрній сфері. Основними перевагами є:

1. Розвиток аналітичного мислення. Вивчення математичних дисциплін сприяє формуванню здатності аналізувати складні системи, виявляти закономірності, робити прогнози та обґрунтовано приймати рішення. Наприклад, математичний аналіз використовується для моделювання динаміки врожайності залежно від погодних факторів, а теорія ймовірностей і математична статистика — для оцінювання ризиків і визначення ефективних стратегій управ-

ління виробничими процесами.

2. Математичне моделювання як основа інноваційної діяльності. Завдяки моделюванню студенти навчаються створювати математичні моделі аграрних систем, наприклад, оптимізацію використання водних, земельних чи енергетичних ресурсів. Такі навички дозволяють прогнозувати результати різних варіантів господарювання, оцінювати економічну доцільність впровадження інноваційних технологій і приймати обґрунтовані управлінські рішення.

3. Інтеграція з цифровими технологіями. Математична підготовка тісно пов'язана з сучасними інструментами цифровізації аграрного виробництва — GIS-системами, аналізом великих даних (Big Data), машинним навчанням. Під час навчання студенти опановують програмні пакети MATLAB, Python, Excel, використовують їх для аналізу інформації, моделювання процесів і створення алгоритмів автоматизації.

Основними методами формування інноваційної підготовки під час вивчення математичних дисциплін є:

- Проблемно-орієнтоване навчання. Воно полягає у розв'язанні реальних професійних завдань, які потребують застосування математичних знань для пошуку інноваційних рішень. Наприклад, у рамках навчального кейсу студенти мають дослідити: «Як знизити витрати енергії та води у тепличному господарстві, використовуючи сучасні технології контролю мікроклімату». Вони аналізують початкові дані, визначають ключові проблеми, розробляють математичну модель процесу, проводять розрахунки, оцінюють економічну ефективність і презентують результати у формі колективного проекту.
- Проектна діяльність. Реалізація міждисциплінарних проектів стимулює студентів до творчого застосування математичних знань. Прикладом може бути проект «Розробка системи точного землеробства для оптимізації використання добрив і води». Його реалізація передбачає етапи: формування теми, збір і аналіз даних, розробку математичної моделі, проведення розрахунків, підготовку техніко-економічного обґрунтування та захист результатів.
- Інтерактивні методи навчання. До них належать кейс-стаді, рольові ігри, мозкові штурми, групові обговорення. Такі методи допомагають формувати комунікативні навички, розвивають уміння працювати в команді, стимулюють пошук нестандартних рішень і формують впевненість у власних професійних можливостях.
- Індивідуалізація навчання. Вона полягає у доборі завдань відповідно до рівня підготовки студентів й їхніх професійних інтересів. Для початківців це можуть бути елементарні завдання з аналізу даних, для більш досвідчених — розробка математичних моделей виробничих процесів. Такий підхід забезпечує гнучкість навчання, підвищує його ефективність і сприяє розвитку самостійності мислення.

Формування інноваційної підготовки забезпечує майбутнім аграріям наступні переваги:

- ефективність виробництва (впровадження сучасних технологій дозволяє підвищити врожайність, знизити витрати ресурсів і мінімізувати втрати);
- сталий розвиток (орієнтація на екологічно безпечні технології сприяє раціональному використанню природних ресурсів);
- конкурентоспроможність (фахівці, які володіють знаннями про інновації, мають більше можливостей для професійної самореалізації на ринку праці).

Отже, формування інноваційної підготовки майбутніх фахівців-аграріїв — це багатогранний процес, що поєднує математичну освіту, розвиток аналітичного мислення, технологічну грамотність і креативність. Математика у цьому процесі виступає не лише навчальною дисципліною, а й універсальним інструментом пізнання, прогнозування та управління, який формує основу для інноваційного мислення й професійного зростання майбутніх спеціалістів аграрної галузі.

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МОДЕЛЕЙ ДАНИХ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПІДСИСТЕМИ

Вступ та постановка проблеми

Сучасні освітні установи генерують та обробляють значні обсяги інформації, пов'язаної з навчальним процесом: від обліку студентів та навантаження викладачів до формування розкладу та оцінювання. Ефективне керування навчальним відділом вимагає оперативної обробки цих даних. Існуючі традиційні системи документообігу часто є розрізненими, що призводить до дублювання інформації, помилок та уповільнення управлінських рішень.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю створення цілісної, масштабованої та легкокерованої бази даних (БД), яка є основою для розробки автоматизованого програмного застосунку підсистеми керування. Без детального аналізу предметної області та існуючих підходів проєктування такої БД може виявитися неефективним.

Мета тез полягає у проведенні аналітичного огляду та порівняння існуючих моделей даних освітнього процесу (ОП) для обґрунтування вибору й розробки оптимальної логічної моделі бази даних майбутньої автоматизованої підсистеми, яка задовольнятиме специфічні вимоги освітнього закладу.

Аналіз предметної області та існуючих моделей

Навчальний процес у закладах вищої (або професійної) освіти може бути описаний через взаємодію низки ключових сутностей. Основними з них є: Студент, Група, Викладач, Дисципліна (Курс), Навчальний план, Розклад, Навчальне навантаження та Оцінка (Результат). Взаємозв'язки між цими сутностями є складними, наприклад, зв'язок між Студентом та Оцінкою є "один до багатьох" (1:N), тоді як між Дисципліною та Викладачем – "багато до багатьох" (N:M). Якісне проєктування БД вимагає чіткої нормалізації цих зв'язків.

Більшість комерційних та відкритих систем керування навчанням (LMS/CMS, наприклад Moodle, Canvas, або університетські ERP-системи) використовують реляційні моделі даних. Ці моделі забезпечують високу цілісність даних (за рахунок обмежень та ключів) та ефективність складних запитів.

Класична реляційна модель ґрунтується на строгих таблицях та зв'язках, ідеальна для структурованих даних (облік, фінанси, розклад).

Схеми даних ERP-систем часто мають високу ступінь деталізації та стандартизації, але можуть бути надмірно складними та негнучкими для швидких змін.

Гнучкі моделі (NoSQL) іноді використовуються для зберігання неструктурованих освітніх даних (наприклад, файли проєктів, журналів активності), але для обліку та керування ядром процесу вони менш придатні через слабку підтримку цілісності.

Стандартні моделі даних, запозичені з міжнародних рішень, не завжди повністю відповідають українській системі освіти. Зокрема, існують проблеми з адекватним моделюванням:

- Модульно-рейтингової системи та її специфічної структури оцінювання.
- Специфіки навчального навантаження (аудиторне/самостійне) та його обліку.
- Управління версіями навчальних планів та їх відповідності нормативним документам.

Цей аналіз доводить необхідність не простого копіювання, а модифікації та адаптації реляційної моделі для потреб конкретного закладу освіти.

Обґрунтування та проєктування логічної моделі

На основі аналізу встановлено, що цільова модель даних повинна мати наступні ключові властивості:

Масштабованість – можливість додавати нові сутності (наприклад, електронні портфоліо) без значної перебудови ядра.

Цілісність даних – забезпечення коректності зв'язків та уникнення дублювання інформації через механізми первинних та зовнішніх ключів.

Ефективність запитів – оптимізація структури для швидкого формування звітів (напри-

клад, про успішність групи, виконання навантаження).

Для розробки підсистеми пропонується використати розширену реляційну модель (Entity-Relationship Model). Вона найкраще підходить для структурованих облікових даних навчального відділу, забезпечуючи необхідний рівень нормалізації (до 3NF). Використання реляційної моделі також спрощує подальшу інтеграцію з існуючими СУБД (PostgreSQL, MySQL).

Логічна модель буде включати спеціалізовані асоціативні таблиці для керування зв'язками N:M. Наприклад, для обліку оцінок буде використовуватися таблиця зв'язку Оцінка (Студент, Дисципліна, Викладач, Дата, Бал), де ідентифікатори Студент та Дисципліна є частиною складеного первинного ключа. Це забезпечить точний облік результатів за кожною дисципліною для кожного студента.

Висновки та перспективи

Результатом аналізу є встановлення найбільш доцільної архітектури даних для автоматизованої підсистеми керування навчальним відділом — нормалізована реляційна модель, адаптована до специфічних вимог української освітньої системи. Критичний огляд виявив прогалини у стандартних комерційних моделях, особливо у частині обліку навчального навантаження та рейтингових систем.

Перевага цієї роботи полягає у створенні логічної моделі даних, яка слугуватиме фундаментом для розробки функціональної бази даних. Ця модель мінімізує надлишковість, забезпечує цілісність та спрощує запити, що критично важливо для оперативності навчального відділу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Биков В. Ю., Лещенко М. О. Автоматизовані системи управління закладом вищої освіти: проблеми та перспективи розвитку в Україні. Інформаційні технології і засоби навчання. 2019. Т. 72, № 4. С. 1–18.
2. Коваленко О. І. Моделювання бізнес-процесів навчального відділу в нотації BPMN. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2021. № 6 (303). С. 132–137.
3. Проектування інформаційних систем для управління навчанням: огляд та аналіз архітектур LMS / С. В. Петренко та ін. ; за ред. І. А. Іванова. Харків : Вид-во ХПІ, 2022. 210 с.

Губа Ю.І., викладач вищої категорії, викладач-методист, ВСП «Маловисторонський фаховий коледж, імені П. С. Рибалка СНАУ», Україна

МІЖ НОРМОЮ ТА УЗУСОМ: СУРЖИК У ПОВСЯКДЕННІЙ КОМУНІКАЦІЇ МОВЦІВ СУМЩИНИ

Анотація. Кількасотрічне приниження української мови і водночас її русифікація, не могло не позначитися на усному та писемному мовленні її носіїв, що перетворилося на суржик, хаос в українських та російських словах, кальки, а частіше всього - мовні покручі, які утворилися на базі двох мов.

Ключові слова: суржик, узус, диглосія, соціолект

Українська мова зазнала таких утисків упродовж багатьох століть, що можна тільки дивуватися, як вона вижила і збереглася взагалі. До яких лише «віртуозних» заходів не вдавалися поневолювачі, щоб викоринити українську мову разом з непоступливими носіями і нахненниками її вивчення і пізнання. Насильне нав'язування російської мови і постійне придушення української породило таке явище як суржик.

Мовна тема дуже хитка, і зараз вона прирівнюється до політики та релігії. Але все ж варто зазначити: росія закінчується там, де закінчується «русский язык».

Враховуючи територіальні особливості Сумщини з країною - агресором, не важко здогадатися, що мова спілкування її населення - суржик. То норма це, чи узус?

Суржик - елементи двох або кількох мов, об'єднані штучно, без дотримання норм літературної мови [4, с. 854]. Первісно термін «суржик» (без додаткових визначень) вживався переважно щодо українсько - російського суржику. Переважно це «побутове мовлення», в якому об'єднано лексичні та граматичні елементи різних мов. Походить від слова, яке позначає буквально - «Суміш зерна пшениці й жита, жита й ячменю, ячменю й вівса і т. ін.; борошно з такої суміші» [1, с.1416].

Розвиток і розповсюдження українсько - російського суржику на Сумщині пов'язані з тривалим співіснуванням цих двох мов на одній території в нерівному соціально - політичному статусі. У період належності українських територій до російської імперії, російська мова, за державної підтримки, була мовою вищих соціальних верств та обслуговувала потреби різних сфер суспільного життя. Функції української мови переважно обмежувалися побутовим спілкуванням.

Такі умови сприяли формуванню відношень диглосії з російською мовою у ролі «вищої», а розмовної української (її місцевих діалектів, або суржику) - у ролі «нижчої» (за іншою термінологією, [2, с.18] мов відповідно «високої культури» та «нижчої культури»). В умовах диглосії, форми і лексика з «вищої» мови часто «просочуються» до «нижчої», але у дещо адаптованій формі.

Узус (лат. звичай) - загальноприйняте носіями певної мови вживання слів, словоформ, синтаксичних конструкцій тощо, на відміну від групового, випадкового чи індивідуального слововживання [3, с. 507].

Українсько - російський суржик як соціолект - певний компонент українського просторіччя з досить помітною домішкою русизмів, що давно вже став розмовним мовленням і фактично основним засобом спілкування більшості україномовного населення країни як у містах, так і в сільській місцевості внаслідок тривалої масової українсько - російської двомовності в її асиметричній (диглосній) формі, - являє собою певний ідіом (утім, з досить розмитою й динамічною структурою), який є природним мовним середовищем існування для цієї частини населення та основою для взаємного ідентифікування цих людей як представників певної мовної спільноти. Це мовний портрет тієї частини україномовного населення країни, яка або не може, або не хоче (через прагнення «балакати по-простому, як усі», «не виділятися») переходити на спілкування українською мовою [5, с. 46].

Мовці часто вживають русизми, просто не помічаючи цього, а деколи щиро вірять, що це українські слова, а ще - не володіють українською літературною мовою і вживають російські слова, вважаючи при цьому, що це її літературні форми. Є ще й така категорія носіїв мови, яка добре володіє літературною мовою, але часто лінується, не хоче напружити пам'ять і віднайти правильний український відповідник до російського слова. І як наслідок - українсько - російський покруч.

Прикро, що лише російська агресія змусила здригнути мовну свідомість жителів Сумщини, і зараз все рідше можна почути русизми: «Добре утро!», «Здрасте!», «Як діла?», «На наступній остановці», «Спасіба», «Пожалуста», «Ви перва (последня) в очереди?», «Ваша задача», «Ваш заказ», «Скільки стоє? (товар)», наприклад (наприклад), січас (зараз), навірно (мабуть), всігда (завжди), поняла (зрозуміла), получил (отримав), ростраюваться (засмугтитись), що попало (казна – що), канешно (звісно), балакать (говорити), потом (потім). Хочу зазначити, що прагнення мінімізувати вживання суржику в мовленні працівників державних установ, закладів соціальної сфери обслуговування населення - позитивний сигнал для пересічних громадян, що відмовитися від російського впливу на нашу мову можна, потрібне лише бажання і, звісно, робота над вдосконаленням свого мовлення.

На мою думку, у викоріненні суржику з нашої мови велику роль відіграє мовне середовище, у якому знаходиться носій мови. Адже якщо обмежити щоденне вживання русизмів у побуті (в колі родини, друзів, знайомих), ми цілком здатні побороти російський вплив на українську мову. Тоді і звільнимся від «Привет!», да (так), не (ні), елі (ледве), вроді/будто (наче, начебто), не нада (не потрібно), даже (навіть), чуть - чуть (трішки), канешно (звісно), щитала (рахувала), свет (світло), сільдодка (оселедці), больница (лікарня), почта (пошта)...

Я вважаю, що для кожного з нас важливо закликати приєднуватися до комунікації державною мовою близьке оточення - це і є перевірка на нашу мовну та громадянську стійкість. Майбутнє суржику на Сумщині, та й у державі загалом, залежатиме від рівня освіченості українців, адже, чим освіченіша людина, тим менш засміченою буде її мова.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бусел В. Т. Великий тлумачний словник сучасної української мови -Київ: Перун, 2009. – 1736 с.
2. Гелнер Е. Нації та націоналізм. Націоналізм: Пер. з англ. - Київ: Таксон, 2003.
3. 3. Ковалів Ю. І. Літературознавча енциклопедія. - Т. 2. - Київ: Академія, 2007. – 624 с.
4. Суржик // Словник української мови : в 11 т. - Київ : Наукова думка, 1970-1980.
5. Труб В. М. Явище «суржику» як форма просторіччя в ситуації двомовності // Мовознавство. - 2000. - № 1. - С. 46–57.

Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

РОЗВИТОК СИСТЕМИ ВИЩОЇ ОСВІТИ В ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ: ТЕНДЕНЦІЇ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ

У сучасному світі вища освіта посідає провідне місце серед чинників, що визначають рівень соціально-економічного розвитку держави, її конкурентоспроможність та інтеграцію у світовий простір. Країни Європейського Союзу, усвідомлюючи стратегічну роль освіти, сформували розгалужену систему підготовки висококваліфікованих кадрів, яка поєднує академічні традиції, інноваційні підходи та принципи відкритості.

Розвиток системи вищої освіти в ЄС відбувається в умовах постійних соціальних, економічних і технологічних змін. Впровадження Болонського процесу, створення Європейського простору вищої освіти (European Higher Education Area, EHEA), цифровізація освітніх процесів, а також зростання мобільності студентів і викладачів стали визначальними чинниками трансформації сучасної європейської освіти. Одночасно із позитивними зрушеннями постають і нові виклики – питання забезпечення якості освіти, рівного доступу, фінансування, а також адаптації освітніх програм до потреб ринку праці.

Особливе значення має прагнення до формування спільних стандартів, які забезпечують сумісність і взаємовизнання дипломів між державами-членами ЄС. Такий підхід створює можливості для вільного переміщення студентів, викладачів і фахівців, що, у свою чергу, сприяє інтелектуальній інтеграції Європи. Проте попри наявність єдиних принципів, кожна країна зберігає власні традиції та моделі організації вищої освіти, що створює багатоваріантність та динамічність освітнього простору. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю аналізу сучасного стану та тенденцій розвитку системи вищої освіти Європейського Союзу, виявлення проблем, що постають перед європейськими університетами, та окреслення можливих напрямів подальшого вдосконалення. Вивчення цього досвіду має практичне значення й для України, яка активно інтегрується у європейський освітній простір і орієнтується на запровадження кращих європейських практик у сфері вищої освіти.

Загальними рисами вищої освіти в країнах ЄС є: 1) *Болонська система освіти*: має три рівні навчання (бакалавр – 3-4 роки; магістр – 1-2 роки; доктор філософії (PhD) – 3-4 роки) із впровадженням системи ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System), дозволяє зіставляти навчальні програми різних університетів, а також активно підтримує академічну мобільність (програми Erasmus+, Horizon Europe); 2) *автономія університетів*: університети самостійно визначають навчальні програми, критерії вступу, внутрішню структуру та політику розвитку; 3) *якість освіти*: контроль здійснюють національні та європейські агентства, такі як ENQA (European Association for Quality Assurance in Higher Education); 4) *мови навчання*: поряд із національними мовами багато програм викладається англійською, що робить освіту доступною для іноземних студентів; 5) *фінансування*: у більшості країн ЄС освіта час-

тково або повністю фінансується державою, університети активно залучають партнерські кошти від бізнесу та міжнародних організацій, студенти можуть отримувати стипендії, гранти, соціальні пільги.

У той же час можна зазначити відмінності між системами вищої освіти в різних країнах ЄС.

Країна	Вартість навчання	Мова навчання	Особливості системи
Німеччина, Австрія	безкоштовно або до 500 €/рік	німецька, англійська	сильна наука, висока якість освіти, багато технічних ЗВО
Франція	200-600 €/рік у держ. університетах	французька, англійська	існують престижні заклади освіти "гранде еколі"
Нідерланди, Бельгія	2 000-4 000 €/рік	англійська, нідерландська	велика кількість англійських програм
Скандинавські країни	безкоштовно для громадян ЄС	англійська, місцева	висока якість освіти, соціальна підтримка
Польща, Чехія, Угорщина	1 000-3 000 €/рік	місцева, англійська	популярні серед українців, доступне проживання

Серед сучасних тенденцій розвитку освіти в ЄС можна виділити наступні:

- інтернаціоналізація (зростає кількість іноземних студентів та англійських програм);
- цифровізація (впровадження онлайн-курсів, гібридного навчання);
- професійна орієнтація (тісна співпраця університетів із бізнесом, дуальні програми);
- інклюзивність і мобільність (рівний доступ до освіти для всіх верств населення).

Вища освіта в ЄС відзначається високою якістю, гнучкістю та практичною спрямованістю. Україна активно наближає свою систему до європейських стандартів, проте потребує подальшого розвитку у сфері фінансування, автономії університетів та міжнародної інтеграції. Європейський досвід демонструє, що інвестиції у якісну освіту – це основа інноваційного та соціально стабільного суспільства.

Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна

РОЛЬ І ЗНАЧЕННЯ ФІЗИКИ У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ З ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Фізика є фундаментальною природничою наукою, яка формує базові уявлення про будову, властивості та закономірності навколишнього світу. Вона лежить в основі всіх інженерних наук, адже кожен технічний процес або пристрій ґрунтується на фізичних принципах. Саме фізика створює основу для наукового мислення, логічного аналізу, здатності розуміти причини явищ і прогнозувати результати дії різних факторів.

У підготовці здобувачів спеціальності «Електрична інженерія» курс фізики відіграє особливо важливу роль. Вона забезпечує розуміння фундаментальних процесів, що лежать в основі створення, передавання та перетворення електричної енергії, роботи електричних машин, електронних схем, систем керування та автоматизації. Без глибокого знання фізичних законів неможливо ефективно вирішувати інженерні завдання, розробляти нові технології чи здійснювати експлуатацію сучасного електрообладнання. Крім того, фізика сприяє розвитку професійних компетентностей, необхідних для інженера: вміння проводити вимірювання, аналізувати результати експериментів, робити висновки, застосовувати математичні методи до опису реальних процесів. Вона є тим фундаментом, на якому будується подальше вивчення фахових дисциплін і формується інженерне мислення — логічне, доказове, аналітичне. Таким чином, вивчення фізики не обмежується засвоєнням теоретичних знань, а є ключовою

умовою для становлення компетентного, творчого й інноваційно орієнтованого електроінженера.

Важливість фізики у професійній підготовці електроінженера важко переоцінити. Саме під час вивчення фізики відбувається *формування наукового світогляду*: фізика навчає логічно мислити, аналізувати причинно-наслідкові зв'язки, що є необхідним для будь-якої інженерної діяльності. Фізика є надійним *фундаментом для спеціальних дисциплін*: такі освітні компоненти як «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні машини», «Електроніка та мікросхемотехніка», «Теоретичні основи автоматики», «Електричні мережі та системи» та інші ґрунтуються на знаннях з електродинаміки, магнетизму, опору матеріалів, теплопередачі тощо. Реалізуючи *зв'язок теорії з практикою* фізичні знання дозволяють інженеру не лише користуватися готовими технічними рішеннями, а й розуміти принципи їхньої роботи, що сприяє творчому підходу до інновацій. У той же час розуміння фізичних процесів, зокрема явищ електричного струму, нагріву, електромагнітного випромінювання, необхідне для забезпечення безпечної експлуатації обладнання та зменшення негативного впливу на довкілля, формує у здобувачів розуміння *безпеки та екологічну свідомість*.

Серед особливостей викладання фізики для здобувачів спеціальності «Електрична інженерія» слід відзначити наступні:

- *професійна спрямованість курсу* (акцентування уваги здобувачів на прикладних аспектах – зв'язку між фізичними явищами і реальними інженерними процесами; наприклад, вивчення закону Фарадея чи явища самоіндукції слід супроводжувати аналізом роботи трансформаторів або електродвигунів);
- *лабораторні та практичні заняття* (проведення експериментів із вимірювання електричних величин, дослідження магнітних полів, вивчення властивостей напівпровідників розвиває практичне мислення та навички роботи з вимірювальною технікою);
- *інтеграція сучасних технологій* (використання комп'ютерного моделювання, віртуальних лабораторій, симуляторів електричних схем дає змогу краще засвоїти складні фізичні процеси та підвищує мотивацію до навчання);
- *міждисциплінарний підхід* (викладання фізики повинно бути пов'язане з курсами математики, інформатики, матеріалознавства, що формує комплексне бачення інженерних завдань).

Фізика виступає стрижнем, навколо якого вибудовується система підготовки фахівців з електричної інженерії. Вона формує фундаментальні знання про закони природи, що визначають роботу електричних, магнітних, теплових і механічних процесів у технічних системах. Саме завдяки фізиці майбутні інженери набувають здатності не лише користуватися готовими технічними рішеннями, а й розуміти їхню природу, вдосконалювати технології та створювати нові пристрої.

Ефективне викладання фізики у контексті електроінженерії сприяє інтеграції теоретичних знань із практичними навичками, формує цілісне бачення інженерної діяльності. Поєднання класичних підходів із сучасними технологіями навчання – комп'ютерним моделюванням, експериментальними дослідженнями, міждисциплінарними зв'язками – дозволяє зробити процес навчання більш осмисленим, гнучким і професійно спрямованим.

Отже, фізика – це не лише навчальна дисципліна, а інтелектуальна основа інженерного мислення. Вона забезпечує формування професійних компетентностей, необхідних для вирішення актуальних науково-технічних проблем, сприяє розвитку творчого потенціалу та інноваційної культури майбутнього фахівця. Саме тому роль фізики в підготовці електроінженера є визначальною для його успішного професійного становлення та реалізації в сучасному науково-технічному середовищі.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ»

<i>Бусенко І.В., студент, Агаджанова С.В., к.т.н., доц., СНАУ, м. Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ SVG-МАП ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ ГУРТОЖИТКІВ	3
<i>Васюрчик Н.Г., магістрант, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКІВ ЗА ВИПЛАТАМИ ПРАЦІВНИКАМ В БЮДЖЕТНІЙ УСТАНОВІ	4
<i>Голуб І.О., аспірант, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ВПЛИВ МІЖНАРОДНИХ РЕГУЛЯТОРНИХ ВИМОГ НА СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ АГРАРНИМ БІЗНЕСОМ В УКРАЇНІ	6
<i>Мікуліна М.О., к.е.н., доцент, Поливаний А.Д., викладач, Мартим 'янов О.В., студент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСНОВИ ЕКОНОМІКИ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ОСОБЛИВОСТІ ЙОГО РОЗВИТКУ	8
<i>Неженець О.П. к.е.н, викладач, Кравченко С.І., викладач ВСП Сумський фаховий коледж СНАУ</i> МАРКЕТИНГОВА ПРОГРАМА АГРАРНОГО ПІДПРИЄМСТВА СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ	9
<i>Журбенко Н., к.е.н., ст.викладач, СНАУ, м.Суми, Україна</i> АДМІНІСТРАТИВНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ПОСАДОВОЇ ОСОБИ У ПУБЛІЧНИХ ЗАКУПІВЛЯХ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	10
<i>Демиденко В.П. магістрант, СНАУ, м.Суми, Україна</i> ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ОБЛІКУ ВЛАСНОГО КАПІТАЛУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ	12
<i>Неженець О.П. к.е.н, викладач, Кравченко С.І., викладач ВСП Сумський фаховий коледж СНАУ</i> ОСОБЛИВОСТІ ПЛАНУВАННЯ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБУТУ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА.....	14
<i>Колодненко Н.В., к.е.н., доцент, Товстуха П., студентка, СНАУ, м.Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЯВУ МАРКЕТИНГОВИХ РИЗИКІВ У АГРАРНОМУ СЕКТОРІ.....	15
<i>Полятикіна Л.І., к.е.н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ У БЮДЖЕТНИХ УСТАНОВАХ СОЦІЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	18
<i>Мікуліна М.О., к.е.н., доцент, Поливаний А.Д., викладач, Сулім В. студент СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ.	20
<i>Борисова В.А., д.е.н, професор, Ждек В.М., аспірант, СНАУ, Суми, Україна</i> ІШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ЗАПОБІГАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РИЗИКІВ	21
<i>Vorobiov I.O., PhD student, Mohylna L. M., PhD in Economics, Associate Professor, SNAU, Sumy, Ukraine</i> STRATEGIES FOR MANAGING INNOVATION AND INVESTMENT DEVELOPMENT OF ENTERPRISES IN THE CURRENT ENVIRONMENT, TAKING INTO ACCOUNT SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS	23
<i>Долгіх Я.В., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИФРОВІЗАЦІЇ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ МЕТОДОМ DEA.....	24
<i>Могильна Л.М., к.е.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ІННОВАЦІЙНІСТЬ ТА ЗНАЧЕННЯ СОЦІАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	25

<i>Mohylna L. M., PhD, Associate Professor, SNAU, Sumy, Ukraine</i> MANAGEMENT OF INNOVATION PROCESSES BASED ON INFORMATION PROFESSIONAL TECHNOLOGIES	27
<i>Сокирко М.А., бакалаврант, Могильна Л.М., к.е.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ІННОВАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ	28
<i>Хромушина Л.А., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна</i> СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ МІЖНАРОДНОГО АГРАРНОГО БІЗНЕСУ: ВИКЛИКИ ТА СУЧАСНІ ПРАКТИКИ В УКРАЇНІ	29
СЕКЦІЯ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЦІ»	
<i>Бровкіна О.Ф., магістрантка, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ	31
<i>Макурин Д.О., студент, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА МИЛА НА ПРАТ «ШОСТКІНСЬКИЙ ЗАВОД ХІМІЧНИХ РЕАКТИВІВ».....	32
<i>Макурин Д.О., студент, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна</i> АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ВИРОБНИЦТВА МИЛА НА ПРАТ «ШОСТКІНСЬКИЙ ЗАВОД ХІМІЧНИХ РЕАКТИВІВ»	33
<i>Різніченко В. Ю., магістрант, Савойський О. Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ СЕРЕДНЬОМІСЯЧНОЇ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ НА ГОРИЗОНТАЛЬНУ ПЛОЩИНУ	34
<i>Семірненко С.Л., к.т.н., доц., СНАУ, м. Суми, Україна</i> ІНЖЕНЕРНА ЕКОЛОГІЯ ТА ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ: ІНСТРУМЕНТАРІЙ ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИНЦИПІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	35
<i>Різніченко В. Ю., магістрант, Савойський О. Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В УКРАЇНІ.....	36
<i>Пічняк В.О., магістрант, Савойський О. Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна</i> ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ КОРМІВ	38
<i>Ібрагімов М.Е., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ВПЛИВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ НА ПРОЦЕСИ ДЕГРАДАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ	40
<i>Тимошенко Г.А., завідувач навчальною лабораторією, Мороз К.В., завідувач навчальною лабораторією, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ МІЖВИТКОВОЇ І КОРПУСНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ.....	41
<i>Григоренко І.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> КЛАСИФІКАЦІЯ ТА РЕЖИМИ РОБОТИ ВЕС.....	42
<i>Гуца Д.М., магістрант, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна</i> СТРУКТУРА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ СИСТЕМ ОПОВІЩЕННЯ КРИТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	43
<i>Лобода В.Б., к.ф.-м.н., професор, Великород Д.С., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ НА БАЗІ СОНЯЧНОЇ РЕГЕНЕРАЦІЇ	44
<i>Козін В. М., к.т.н., доцент, Костраба О. О., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ.....	46
<i>Юрченко О.Ю., PhD, доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПРИ КОРИСТУВАННІ ЕЛЕКТРОІНСТРУМЕНТОМ КЛАСУ ІІІ.....	47

<i>Діденко С.М., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна</i> ОБГРУНТУВАННЯ І ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	48
<i>Кривошеєв Я.О., магістрант, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна</i> АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ СТАТІ ДОБОВИХ КУРЧАТ	49
<i>Остапенко В.С., студент, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна</i> АНАЛІЗ МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У СИСТЕМІ ВИДОБУТКУ ДИФУЗІЙНОГО СОКУ	50
<i>Платонов А.А., магістрант, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, м.Суми, Україна</i> НАДІЙНІСТЬ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗАКЛАДІВ ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ.....	51
<i>Редько Є.М., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВ.....	52
<i>Юрченко О.Ю., PhD, доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОПТИМІЗАЦІЯ З'ЄДНАННЯ ПРОВІДНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ В ЩИТАХ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ	53
<i>Лобода В.Б., к.ф.-м.н., професор, Великород Д.С., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> АВТОМАТИЗОВАНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	55
<i>Козін В. М., к.т.н., доцент, Кузьминська А. О., магістрант, СНАУ, Суми, Україна Сумський НАУ</i> ДИМІНГ – СУЧАСНИЙ МЕТОД ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У СИСТЕМАХ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ.....	56
<i>Кравченко В.О., к.ф.-м.н., доцент, Рясна О.В., магістрант, Лисенко В.В., завідувачка навчально- методичного кабінету, СНАУ, Суми, Україна</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТАНЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТОКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	57
<i>Скорина С.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ЗАПИЛЕНОСТІ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ	59
<i>Усікова О.О., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна</i> ЗАГАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕКЛОУЗЕРІВ.....	60
<i>Шелест М.С., магістрант, СНАУ, м.Суми, Україна</i> КРИТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ: ВІД ДОМІНУВАННЯ АСИНХРОННИХ МАШИН ДО НЕОБХІДНОСТІ ПЕРЕХОДУ НА RMSM	61
<i>Чубенко Д.Р., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ТА ОБЛАДНАННЯ.....	62
<i>Пічняк В.О., магістрант, Савойський О. Ю ,к.т.н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ КОРМОПОДРІБНЮВАЧА ШЛЯХОМ ДІАГНОСТИКИ ТА ОПЕРАТИВНОГО ЗАПОБІГАННЯ КРИТИЧНИМ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯМ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ	63
<i>Ібрагімов М.Е., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна</i> ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ЧЕРЕЗ КОНТРОЛЬ ДЕГРАДАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ.....	65
<i>Діденко С.М., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ НЕОБХІДНОГО ТИПУ ІНВЕРТОРА ДЛЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ.....	66
<i>Григоренко І.В., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, м.Суми, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕС	67

<i>Пимоненко Б.В., магістрант, Савойський О. Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ	68
<i>Остапенко В.В., магістрант, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ВИКОРИСТАННЯ СМАРТ-ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ ПОХИЛИМ ДИФУЗІЙНИМ АПАРАТОМ.....	70
<i>Гуца Д.М., магістрант, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна</i> СТРУКТУРА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ СИСТЕМ ОПОВІЩЕННЯ КРИТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	71
<i>Кривошеєв Я.О., магістрант, Барсукова Г.В., к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна</i> РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТАТІ ДОБОВИХ КУРЧАТ.....	72
<i>Барсуков Р.С., магістрант, Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, м. Харків, Україна, Платонов А.А., магістрант, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ РОЗУМНИХ МЕРЕЖ (SMART GRIDS) ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	73
<i>Ковган О. Г., магістрант, Савойський О. Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ТЕХНІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СІЛЬСЬКИХ РАЙОНАХ З РОЗПОДІЛЕНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ	74
<i>Крижний А.О., магістрант, Сіренко В.Ф., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	76
<i>Тимошенко Г.А., завідувач лабораторією, Мороз К.В., завідувач лабораторією, СНАУ, Суми, Україна</i> ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ОБМОТУВАЛЬНИХ ПРОВІДІВ.....	78
<i>Редько Є.М., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна</i> ВИРІШЕННЯ ПИТАНЬ ЗАТІНЕННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ПРИ ВИКОРИСТАННІ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ	79
<i>Скорина С.А., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗАПИЛЕНOSTІ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ	80
<i>Усікова О.О., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> МЕТОДИ СЕКЦІОНУВАННЯ ЕЛКТРОМЕРЕЖІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РЕКЛОУЗЕРІВ	81
<i>Чубенко Д.Р., магістрант, Чепіжний А.В., к. т. н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ФОРМУВАННЯ ЗАГАЛЬНОЇ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ЗЕРНОСУШАРКОЮ ДСП-32	82
<i>Шелест М.С., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ СИНХРОННОГО ДВИГУНА З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ КРОКОВОГО МОМЕНТУ ТА МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ	83
<i>Пимоненко Б.В., магістрант, Савойський О. Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ПОБУТОВОМУ СЕКТОРІ	85
<i>Ковган О. Г., магістрант, Савойський О. Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ	86
<i>Крижний А.О., магістрант, Сіренко В.Ф., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВ «ТЕХНО-БІО-ЕНЕРГО-СЕРВІС» М. СУМИ.....	87

<i>Дегтярьов С. Г., магістрант, Сіренко В.Ф., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ГІБРИДНОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ У СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ.....	88
<i>Чернобук П.О., магістрант, Савойський О.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ГІБРИДНИХ ЕНЕРГОСИСТЕМ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ	90
<i>Козін В. М., к.т.н., доцент, Майкоса П. Ю., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> СУЧАСНІ ПРОГРАМНІ КОМПЛЕКСИ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ.....	91
<i>Мірошніченко І. А., магістрантка, Савойський О. Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ПОСИЛЕННЯ ІЗОЛЯЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ.....	92
<i>Чайка Г. І., магістрантка, Кравченко В. О., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ.....	94
<i>Шкарупа В. О., магістрант, Сіренко В.Ф., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ТРАНСФОРМАТОРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРИСТРОЮ АВВ RET 670	96
<i>Чернобук П.О., магістрант, Савойський О.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІБРИДНОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕПЕЛЯТНИКА.....	98
<i>Козін В. М., к.т.н., доцент, Подоляка С. А., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i> ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРИ: СУЧАСНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ І НАПРЯМКИ ЗАСТОСУВАННЯ	99

СЕКЦІЯ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗПЕЧНОГО СЕРЕДОВИЩА»

<i>Vasylenko O.O., Ph.D., Associate Professor, SNAU</i> BALANCING DEVELOPMENT AND SUSTAINABILITY: AN ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL RISKS IN UKRAINE'S SUMY OBLAST	101
<i>Ding Zixuan, second (master's) level student; Borodai Y.O., assistant professor, SNAU, Sumy, Ukraine</i> RESEARCH ON STRATEGIES FOR IMPROVING ENERGY EFFICIENCY IN CONSTRUCTION ENGINEERING INTRODUCTION	102
<i>Li Yequan , second (master's) level student; Borodai A.S., PhD, associate professor, SNAU, Sumy, Ukraine</i> ENERGY EFFICIENCY OPTIMIZATION AND ENGINEERING COMMUNICATIONS DESIGN FOR URBAN GREEN BUILDINGS	103
<i>Ma Zhenzhou, second (master's) level student; Borodai A.S., PhD, associate professor, SNAU, Sumy, Ukraine</i> ENHANCING BUILDING ENERGY EFFICIENCY: THE SHIFT FROM ISOLATED TECHNOLOGIES TO AN INTEGRATED DESIGN PARADIGM.....	104
<i>Vasylenko O.O., Ph.D., Associate Professor, SNAU</i> A FRAMEWORK FOR ENHANCING OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN UNIVERSITY PRACTICAL TRAINING	105
<i>Ma Zhenzhou, second (master's) level student; Borodai Yana, assistant professor, SNAU, Sumy, Ukraine</i> RESEARCH ON ARCHITECTURAL INTEGRATION DESIGN STRATEGIES FOR MUSEUM ENGINEERING COMMUNICATION SYSTEMS	106
<i>Vasylenko O.O., Ph.D., Associate Professor, Sumy National Agrarian University</i> THERMOREGULATION IN THE OCCUPATIONAL ENVIRONMENT: MANAGING HEAT AND COLD STRESS FOR WORKER HEALTH AND SAFETY	107

<i>Zhong Yusheng, second (master's) level student; Borodai A.S., PhD, associate professor, SNAU, Sumy, Ukraine</i>	
KEY TECHNOLOGIES AND DEVELOPMENT TRENDS OF ENERGY EFFICIENCY IN MULTIFUNCTIONAL COMPLEX RESIDENTIAL BUILDINGS.....	108
<i>Zhong Yusheng, second (master's) level student; Borodai Yana, assistant professor, SNAU, Sumy, Ukraine</i>	
INTEGRATION AND INNOVATION OF INTELLIGENT ENGINEERING COMMUNICATION SYSTEM IN MULTI-FUNCTIONAL RESIDENTIAL BUILDINGS.....	110
<i>Саржанов О.А. к.т.н., доцент, Редько А.В. магістрант, СНАУ</i>	
ВИЯВЛЕННЯ РЕЗЕРВІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	111
<i>Саржанов О.А. к.т.н., доцент, Кравченко В.О. магістрант, СНАУ</i>	
ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	112
<i>Стоцький Є.О. магістрант, Волошко Т.П., старший викладач, СНАУ, м.Суми, Україна</i>	
ВИЯВЛЕННЯ СУСПІЛЬНИХ ВИТРАТ МІСЬКИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	114
<i>Саржанов О.А. к.т.н., доцент, Раков Д.В. магістрант, СНАУ</i>	
КЛАСИФІКАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МАТЕРІАЛІВ	115
<i>Ma Zhenzhou, applicant of the second (Master's) level of higher education; Borodai D. S., Ph.D. in Architecture, Associate Professor, SNAU, Sumy, Ukraine</i>	
MODERN ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES IN MUSEUM BUILDING DESIGN.....	116
<i>Tan Zhongyuan, applicant of the second (Master's) level of higher education; Borodai D. S., Ph.D. in Architecture, Associate Professor, SNAU, Sumy, Ukraine</i>	
APPLICATION OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN THE DESIGN OF A MULTIFUNCTIONAL RESIDENTIAL COMPLEX IN THE CITY OF SUMY	117
<i>Ma Zhenzhou, applicant of the second (Master's) level of higher education; Borodai D. S., Ph.D. in Architecture, Associate Professor, SNAU, Sumy, Ukraine</i>	
MODERN LIGHTING SYSTEMS IN THE INTERIORS AND EXTERIORS OF MUSEUMS AND EXHIBITION CENTERS	119
<i>Tan Zhongyuan, applicant of the second (Master's) level of higher education; Borodai D. S., Ph.D. in Architecture, Associate Professor, SNAU, Sumy, Ukraine</i>	
ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES IN THE DESIGN OF A MULTIFUNCTIONAL RESIDENTIAL BUILDING IN SUMY.....	120
<i>Стоцький Є.О., магістрант, Волошко Т.П., старший викладач к, СНАУ, м.Суми. Україна</i>	
ВПЛИВ КООПЕРАЦІЇ НА ДИСТАНЦІЮ ПЕРЕВЕЗЕННЯ В МІСЬКІЙ ЛОГІСТИЦІ.....	121
<i>Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i>	
АДАПТАЦІЯ ПРАЦІВНИКІВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ДО СТРЕСОВИХ УМОВ ВОЄННОГО ЧАСУ	122
<i>Саржанов О.А. к.т.н., доцент, Кравченко В.О. магістрант, СНАУ</i>	
АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	124
<i>Саржанов О.А. к.т.н., доцент, Раков Д.В. магістрант, СНАУ</i>	
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО КЛАСИФІКАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	125
<i>Саржанов О.А. к.т.н., доцент, Редько А.В. магістрант, СНАУ</i>	
ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	126

СЕКЦІЯ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПЕДАГОГІЦІ»

<i>Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i>	
ВАЖЛИВІСТЬ ФІЗИКИ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ АГРОНОМА	128

<i>Кушнірова Л.В., СумДПУ, Україна</i> ВИСВІТЛЕННЯ В. МАСАЛЬСЬКИМ ПИТАНЬ АНАЛІЗУ МОВИ ТВОРІВ І НАВЧАННЯ СТИЛІСТИКИ НА УРОКАХ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ.....	129
<i>Радчук О.В., к.т.н., доц., СНАУ, м.Суми, Україна</i> СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ "ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА" ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ЗВО.....	131
<i>Ребрій А.М., старший викладач, СНАУ, Суми, Україна</i> НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ.	132
<i>КОЛОДНЕНКО Андрій, здобувач освіти, ДЕРЕВ'ЯНЧЕНКО Діана, здобувач освіти, СНАУ, Суми, Україна</i> СТУДЕНТСЬКЕ САМОВРЯДУВАННЯ – ВАЖЛИВИЙ МЕХАНІЗМ ЗАХИСТУ ПРАВ....	133
<i>Борозенець Н.С., канд. пед. наук, доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ АГРАРНОГО СЕКТОРУ ЗА ДОПОМОГОЮ МІЖДИСЦИПЛІНАРИЙНИХ ЗВ'ЯЗКІВ.....	134
<i>Борозенець Н.С., канд. пед. наук, доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> ІНТЕГРАЦІЯ МАТЕМАТИЧНИХ ЗНАНЬ У РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ-АГРАРІЇВ.....	136
<i>Суровицька О.І, студентка, СНАУ, Суми, Україна</i> АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МОДЕЛЕЙ ДАНИХ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПІДСИСТЕМИ.....	138
<i>Губа Ю.І., викладач вищої категорії, викладач-методист, ВСП «Маловисторопський фаховий коледж, імені П. С. Рибалка СНАУ», Україна</i> МІЖ НОРМОЮ ТА УЗУСОМ: СУРЖИК У ПОВСЯКДЕННІЙ КОМУНІКАЦІЇ МОВЦІВ СУМЩИНИ.....	139
<i>Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> РОЗВИТОК СИСТЕМИ ВИЩОЇ ОСВІТИ В ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ: ТЕНДЕНЦІЇ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ.....	141
<i>Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i> РОЛЬ І ЗНАЧЕННЯ ФІЗИКИ У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ З ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ.....	142

Наукове видання

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ІНДУСТРІЇ 5.0

**Збірник тез за матеріалами
31-ої міжнародної
науково-практичної конференції
(21-23 жовтня 2025 р.)**

Суми, Сумський НАУ, РВВ, вул. Г. Кондратьєва, 160

Підписано до друку 18.10.2025 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.