

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
ГО "АСОЦІАЦІЯ ФАРМАЦЕВТІВ УКРАЇНИ"
ГРУПА КОМПАНІЙ «ПЛАЗМАТЕК»
ГО «ФУНДАЦІЯ «ПРОСТІР»
АНАЛІТИЧНИЙ ЦЕНТР СНУ ім. ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

МАЙБУТНІЙ НАУКОВЕЦЬ – 2025

МАТЕРІАЛИ

XVI всеукраїнської науково-практичної
конференції 12 грудня 2025 року
м. Київ



Київ, 2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
ГО "АСОЦІАЦІЯ ФАРМАЦЕВТІВ УКРАЇНИ"
ГРУПА КОМПАНІЙ «ПЛАЗМАТЕК»
ГО «ФУНДАЦІЯ «ПРОСТІР»
АНАЛІТИЧНИЙ ЦЕНТР СНУ ім. ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

МАЙБУТНІЙ НАУКОВЕЦЬ – 2025

МАТЕРІАЛИ

XVI всеукраїнської науково-практичної
конференції 12 грудня 2025 року
м. Київ



Київ, 2025

Майбутній науковець – 2025 : матеріали XVI всеукр. наук.-практ. конф., 12 грудня 2025 р., м. Київ. / [укл. : Зубцов Є.І.]. – Київ : [Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля], 2025. – 198 с.

Рекомендовано до друку Вченою радою факультету інженерії Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля (Протокол № 5 від 23.12.2025 р.)

«НАСЕЛЕНІ ПУНКТИ ЖИВУТЬ НА ПОРОХОВІЙ БОЧЦІ»: ЕКОЛОГІЧНА ТА ТЕХНОГЕННА ЗАГРОЗА ВІД ПІДЙОМУ МЕТАНУ ІЗ ЗАТОПЛЕНИХ ВУГЛІЙНИХ ШАХТ НА ТИМЧАСОВО ОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ ДОНЕЦЬКОЇ ТА ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ	
Харківський А.В., Захарова О. І.	11
МОНІТОРИНГ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ВІДКРИТОЇ РОЗРОБКИ МАЛИШЕВСЬКОГО РОЗСИПНОГО РОДОВИЩА	
Карпук К.В., Волошина З.К.	12
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПОРУШЕННЯ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ КАР'ЄРНІЙ РОЗРОБЦІ МІЦНИХ КРИСТАЛІЧНИХ ПОРІД	
Буткова Д.В., Волошина З.К.	14
МОНІТОРИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ У 2022-2025 РОКАХ	
Савенков В.М., Назаренко О.С.	16
АНАЛІЗ ПРОЯВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН У СХІДНИХ ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ У 2020-2025 РОКАХ	
Вербій А.Д., Назаренко О.С.	18
ПРОГРАМИ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ І МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ: СУЧАСНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ	
Майстренко-Дудковська Я.А., Кравченко І.В.	20
ПОЛІМЕРНЕ СМІТТЯ НАВКОЛО НАС, ЩО З ЦИМ РОБИТИ?	
Кучер В.Б., Глікiна І.М., Зубцов Є.І.	22
ДОСЛІДЖЕННЯ СИМВОЛІКИ ТА АРХІТЕКТУРНОЇ ІДЕЇ ГЕОГРАФІЧНОГО ЦЕНТРУ УКРАЇНИ В СЕЛІ МАР'ЯНІВКА ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ	
Світличний В.В., Коршикова І.А.	25
ГАРМОНІЗАЦІЯ СТАНДАРТІВ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ: ДОСВІД ЄС ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ УКРАЇНИ	
Зеленський М. М., Кравченко І.В.	27
«ВПЛИВ КЛІМАТУ НА ВЕГЕТАЦІЙНИЙ ПЕРІОД РОСЛИН»	
Кістрін А.В., Кістрін І.С.	30
СУЧАСНІ ВИКЛИКИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ: ВІД КРИЗИ ДО РЕФОРМИ	
Безрукова О.І., Кравченко І.В.	32
ОГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ЛУГАНЩИНИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ	
Зеленський М. М., Золотарьова О. В.	33
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ УКРАЇНИ У ВИРОЩУВАННІ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ТА НА ЕКСПОРТ	
Харківський А.В., Захарова О.І.	35
ЕКОЛОГІЧНІ АЛЬТЕРНАТИВИ ПЛАСТИКУ В УКРАЇНІ	
Безрукова О. І., Золотарьова О. В.	37
ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ У ВІДНОВЛЕННІ ДЕГРАДОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ	
Майстренко-Дудковська Я. А., Золотарьова О. В.	39
ВІДНОВЛЕННЯ ЕНЕРГЕТИКИ ЯК КЛЮЧ ДО ЗМЕНШЕННЯ ЗМІН КЛІМАТУ	
Лістрова Д. С., Золотарьова О. В.	40

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ВИКОРИСТАННЯ НІТРАТУ КАЛІЮ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ	
Невмирич З. Д., Золотарьова О. В.	41
ДИКОРОСЛИ ТА КУЛЬТИВОВАНІ ЛІКАРСЬКІ РОСЛИНИ УКРАЇНИ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ	
Захарова Ю. І., Захарова О. І.	42
ОСОБЛИВОСТІ МОТИВАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ В РЕЛОКОВАНИХ КОМУНАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ СФЕРИ КУЛЬТУРИ	
Копцева О.І., Ткаченко Н.Е.	45
КОРПОРАТИВНА СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ СТІЙКОГО ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КАДРОВОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА	
Мироник Б., Чорна О.Ю.	46
ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ КОМЕРЦІЙНИХ БАНКІВ	
Хайдарі А. Р., Ткачук Н. М.	49
КРЕДИТНИЙ ПОРТФЕЛЬ БАНКУ: ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ТА ОЦІНКИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ	
Гандзюк В.О., Ткачук Н. М.	50
МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕХАНІЗМІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ ПОЛІТИКИ У СФЕРІ ПРОТИДІЇ ВІДМИВАННЮ КОШТІВ, ФІНАНСУВАННЮ ТЕРОРИЗМУ ТА ФІНАНСУВАННЮ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗБРОЇ МАСОВОГО ЗНИЩЕННЯ	
Момот Д.О., Чорна О.Ю.	53
МІЖМУНІЦИПАЛЬНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО СЛАБОУРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ ЯК МЕХАНІЗМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	
Візирський Д.М., Чорна О.Ю.	55
СТРАТЕГІЧНІ ПІДХОДИ ТА МЕХАНІЗМИ УПРАВЛІННЯ ВІДБУДОВОЮ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ: ІНТЕГРАЦІЯ В РЕГІОНАЛЬНИЙ РОЗВИТОК	
Филик А.І., Висоцький О.А., Пасько С.М.	57
МЕХАНІЗМИ ЗМІЦНЕННЯ КОНКУРЕНТНОСПРОМОЖНОСТІ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ШЛЯХУ ДО РИНКУ ЄС	
Коваленко Є.О., Веремійчук К.О., Кузьменко С.В.	59
РОЗРОБКА БІЗНЕС-МОДЕЛІ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ МЕРЕЖІ МІНІ-ПЕКАРЕНЬ	
Семенова Д.В., Бучнєв М.М.	61
ДОСТАТНІСТЬ ВЛАСНОГО КАПІТАЛУ ЯК ФАКТОР ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ КОМЕРЦІЙНОГО БАНКУ	
Гандзюк В. О., Ткачук Н. М.	62
ОРГАНІЗАЦІЙНА ПОВЕДІНКА ТА АНТИКРИЗОВІ ЛІДЕРСЬКІ КОМПЕТЕНЦІЇ КЕРІВНИКА В СИСТЕМІ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ УКРАЇНИ	
Чаплига Ю.І., Хандій О.О.	64
УПРАВЛІНСЬКІ РІШЕННЯ КОРПОРАЦІЙ В УМОВАХ ВІЙНИ: ПРАВОВІ, ЕТИЧНІ ТА СОЦІАЛЬНО ВІДПОВІДАЛЬНІ ПІДХОДИ	
Татаренко І.В.	67
МАРКЕТИНГ В АГРАРНОМУ БІЗНЕСІ: ОСОБЛИВОСТІ ГАЛУЗІ	
Голікова В.А., Вахлакова В.В.	69

ДЕПОЗИТНІ ОПЕРАЦІЇ БАНКІВ В УКРАЇНІ: ТЕНДЕНЦІЇ ТА ВИКЛИКИ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ	
Ярошук В. О., Ткачук Н.М.	71
МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ	
Вертелецький О.Б.	73
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПУБЛІЧНОМУ УПРАВЛІННІ	
Герасименко К.І.	75
МОТИВАЦІЯ У ВІЙСЬКОВИХ СТРУКТУРАХ	
Пузіков В.Р., Овчаренко Є.І.	77
МАРКЕТИНГ ВІДНОСИН ІЗ ПАЦІЄНТАМИ ЧЕРЕЗ ЕФЕКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ МЕДИЧНИХ ПОСЛУГ І ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ В ПРИВАТНИХ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДАХ УКРАЇНИ	
Тиць С.Г., Мироненко А.В., Сафронська І.М.	78
СОЦІАЛЬНИЙ МАРКЕТИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ ПОЗИТИВНОЇ РЕПУТАЦІЇ ОНЛАЙН-КЛІНІКИ В ЦИФРОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ	
Борхаленко М.В., Янін П.П., Сафронська І.М.	80
МОДЕРНІЗАЦІЯ АДМІНІСТРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ОРГАНІВ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	
Колос О.О., Христенко Л.М.	81
ПРОБЛЕМИ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНИМИ БЮДЖЕТНИМИ ПРОГРАМАМИ	
Ішук Д.О., Галгаш Р.А.	83
ГРАФІТОВ РУКА: ЯК ОДНА ПОМИЛКА ЗМІНИЛА ІСТОРІЮ	
Логойко А., Попова Л.М.	85
ПРО ЩО МОВЧАТЬ КИЇВСЬКІ ДОТИ	
Швець Ю., Попова Л.М.	86
ФОРМУВАННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ ЗВО ЯК УМОВА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ МАЙБУТНЬОГО ФАХІВЦЯ	
Лашевич О.А., Кузьменко О.Г.	88
МОВНІ СТРАТЕГІЇ СУГЕСТІЇ В ОНЛАЙН-ДИСКУСІЯХ	
Бортун К.О.	90
ПОЕТИЧНИЙ КОД ТАВРІЇ У ТВОРЧОСТІ МИКОЛИ БРАТАНА	
Антонюк М.В., Гречановська І.В.	91
CURRENT STATE OF PHYSICAL EDUCATION, SPORTS AND REHABILITATION IN UKRAINE	
I. Sokolovska, V. Nechyporenko, O. Pozdnyakova, N. Hordiienko, N. Serhata, M. Serhaty	92
ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТЕГІЙ ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ У ПІДЛІТКОВОМУ ВІЦІ НА ОСНОВІ ДІАГНОСТИЧНИХ ЗАХОДІВ ПРАКТИЧНОГО ПСИХОЛОГА НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ	
Кістрін А.В., Кістрін В.П.	94
АДМІНІСТРАТИВНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЗА ПОРУШЕННЯ ВИМОГ ЩОДО УТРИМАННЯ ЗАХИСНИХ СПОРУД ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В УКРАЇНІ	
Степченко Д.О., Зубцов Є.І.	96

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗВИТКУ МЕРЕЖІ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК НА ОСНОВІ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНОГО ПРОЕКТУВАННЯ	
Зеленський І.О., Сорока Д.А.	98
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИЦІЙ У РОЗВИТОК ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ	
Майборода М.В., Руднев Є.С.	100
ADVANCED COAL CHARACTERIZATION: BRIDGING GEOLOGICAL HETEROGENEITY, TECHNOLOGICAL EFFICIENCY, AND ECONOMIC VALUE	
Zubtsov Y.I., Sieliedtsov M.V.	102
ОПТИМІЗАЦІЯ МЕРЕЖ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ВУГІЛЬНИХ ШАХТ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ФРАКТАЛІВ	
Лебеденко О.С., Сорока Д.А.	103
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСИНУСОЇДНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НА НАДІЙНІСТЬ ЕНЕРГОСИСТЕМИ	
Бондар Д.О., Романченко Ю.А.	105
CHARACTERISTICS OF POWER SUPPLY SYSTEMS OF RESIDENTIAL BUILDINGS AND COMPLEXES	
Saiian A.H., Morneva M.O.	107
FEATURES OF ASYNCHRONOUS TRACTION MOTORS	
Trubach O.M., Morneva M.O.	108
АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА МІНІМІЗАЦІЇ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, СПРИЧИНЕНИХ ЇЇ РОЗКРАДАННЯМ	
Романченко Ю.А., Романченко О.В.	109
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ТА АНАЛІЗУ СТРУКТУРНОЇ НАДІЙНОСТІ МЕРЕЖ ТА ПІДСТАНЦІЙ	
Болтаєв Р.Р., Романченко Ю.А.	111
ІНТЕГРАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ДРОБАРКИ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ	
Харченко О.В.	113
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ВАКУУМНОЮ СУШАРКОЮ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЛЮФІЛІЗОВАНИХ ПРОДУКТІВ	
Кузьмінський С.В.	115
ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УМОВАХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ УКРАЇНИ	
Баштовий М.О., Руднев Є.С.	118
ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА ПЕРІОД ФОРМУВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ МАСИ ТРИТИКАЛЕ	
Руднев Є.С., Халін С.Ф.	120
REGULATED ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE AS AN EFFICIENT ENERGY-SAVING TECHNOLOGY	
Tsukor O.S., Rudniev Y.S.	122
РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ДОНЕЙТРАЛІЗАТОРА ПЛАВУ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ	
Щербань О.А., Лорія М.Г.	124
ADAPTIVE ESTIMATION OF STATOR RESISTANCE IN VECTOR-CONTROLLED INDUCTION MOTOR DRIVES	
Nikulin O.O., Rudniev Y.S.	126

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ, НАДІЙНОСТІ ТА ПРОГНОЗОВАНОСТІ ВИРОБНИЦТВА СТИСНЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ	
Чекалов В.О., Лорія М.Г.	128
ADVANCED IMPLEMENTATION OF A VECTOR CONTROL SYSTEM FOR SENSORLESS INDUCTION MOTOR DRIVES	
Makarenko D.O., Rudniev Y.S.	130
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ҐРУНТУ ТА РОСЛИН ДЛЯ ЗАВДАНЬ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	
Савельєв В.В., Целіщев О.Б.	132
SENSORLESS OBSERVATION OF ROTOR FLUX AND SPEED IN FREQUENCY-CONTROLLED INDUCTION MOTOR DRIVES	
Loda I.Yu., Rudniev Y.S.	134
РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ РІВНЯ У СХОВИЩІ СЛАБКОГО РОЗЧИНУ АМІАКУ ВИРОБНИЦТВА АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ	
Лось С.М., Целіщев О.Б.	136
MODERN INFORMATION TECHNOLOGY FOR THE DESIGN OF DIGITAL FILTERS FOR HIGH-PERFORMANCE VIDEO PROCESSING	
Karpenko A.P., Tselishchev O.B.	138
THEORETICAL FOUNDATIONS AND EVOLUTION OF DIGITAL CONTROL SYSTEMS: PRINCIPLES, ARCHITECTURES, AND TECHNOLOGICAL PROSPECTS	
Duryshov O.A., Loria M.H.	139
AUTOMATION OF RAW MATERIAL DRYING PROCESSES IN MODERN CEMENT PRODUCTION	
Hudymenko O. M., Kupina O. A.	143
МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РЕКТИФІКАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛОВОГО СПИРТУ	
Білаонов А.Ч., Купіна О.А.	144
ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ З ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ	
Підпузько Н. В., Туранов В. В., Карпюк Л. В.	146
РОЛЬ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ В ОСВІТІ	
Ничик М.С., Савельєв В.В., Карпюк Л.В.	148
THE LANGUAGE OF GRAPHICS AS THE BASIS OF ENGINEERING CULTURE	
Salinko N.M., Titarenko O.V., Davidenko N.O., Karpiuk L.V.	150
ОЦІНКА СТАНУ ЗАХОРОНЕНИХ ВІТРИФІКОВАНИХ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ	
Андреев К.В., Хом'як Е.А.	152
ТОКСИКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ ЯК ПОСТІЙНА НЕБЕЗПЕКА ДЛЯ СТАНУ ЗДОРОВ'Я ЛЮДСТВА	
Дюмін Е.С., Бобров А.Д., Катковнікова Л.А.	154
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТУПУ ТА СТАЛОГО УПРАВЛІННЯ ВОДОЮ ТА САНІТАРІЄЮ ДЛЯ ВСІХ В УКРАЇНІ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНОГО СТАНУ	
Спірін В.Г., Гонтар А.А., Іваненко Д.О., Григор'єва Є.С.	155
СТІЙКІСТЬ І ФУНКЦІОНУВАННЯ БІОСИСТЕМ В УМОВАХ ЇХ ТОКСИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ	
Пахомов Н.Р., Сухоруков Ю.Г., Гармаш Б.К.	157

ВИМІРИ ЧАСТКОВОГО РОЗРЯДУ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ІЗОЛЯЦІЇ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ОБЛАДНАННЯ	
Філімоненко К.В.....	158
ВИСОКОВОЛЬТНІ РОЗПОДІЛЬЧІ ПРИСТРОЇ, ТЕНДЕНЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ	
Свиридов Б.О., Філімоненко К.В.....	160
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ ШЛЯХОМ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	
Філімоненко Н.М.....	161
СИСТЕМА КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ У ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПРИСТРОЯХ	
Бахаєв Ю.А., Філімоненко Н.М.	163
ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ	
Семененко С.А., Науменко В.Є., Вівчар С.Ф., Карпюк Л.В.	165
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ МЕТОДАМИ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ В БРАУЗЕРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ	
Крохмаль А.В., Крохмаль В.І., Захожай О.І.....	167
COMPUTER GRAPHICS IN ENGINEERING GRAPHICS	
Syrov E. V., Stetsik A. Z., Davidenko N.O., Karpiuk L.V.	169
ВІД СВЯТКОВОГО АТРИБУТУ ДО ХІМІЧНОГО РЕСУРСУ: ПОТЕНЦІАЛ ЯЛИНКОВОЇ ДЕРЕВИНИ	
Каленик В.В., Патрій Р.С., Любимова-Зінченко О.В., Корчуганова О.М.....	171
ПЕРЕРОБКА НЕХАРЧОВИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗАЛИШКІВ	
Патрій Р.С., Каленик В.В., Корчуганова О.М., Любимова-Зінченко О.В.....	172
ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ З ВУГЛЕВОДНЕВИХ ГАЗІВ У РОЗПЛАВАХ	
Герасименко В.М., Зубцов Є.І.....	173
ЕКОІНЖИНІРИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗМЕНШЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ У ГІРНИЧІЙ ГАЛУЗІ	
Ткачук В.С., Захарова О.І.	176
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ШІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ	
Галабурда О.Д., Самойлова Ж.Г.	178
ВПЛИВ ПАРАМЕТРА SPREAD НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ GRNN НА АПРОКСИМАЦІЮ ЗАЛЕЖНОСТІ ТЕМПЕРАТУРИ РЕАКЦІЙНОЇ СУМІШІ ВІД ВИТРАТИ МЕТАНОЛА В РЕАКТОРІ СИНТЕЗУ ОЦТОВОЇ КИЛОТИ В ПЕРІОД ПУСКУ	
Татарчук Р.Є., Самойлова Ж.Г.	179
APPLICATION ASPECTS OF DYNAMIC PROGRAMMING	
Yatsyuk D.A., Levkin A.V.....	180
ГЕОТЕРМІЧНІ УМОВИ ГЛИБОКИХ ШАХТ ДОНБАСУ: ПРОГНОЗ, ОЦІНКА РИЗИКІВ І НАПРЯМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ	
Русанов О.І., Сорока Д.А.	181
ДРАПРУВАННЯ ТКАНИН З ХІМІЧНИХ ВОЛОКОН: ВПЛИВ СКЛАДУ ТА БУДОВИ	
Філіппов Д.О., Філіппова Т.А., Нізін В.М., Ріпка Г.А.....	183
ВПЛИВ СКЛАДУ І БУДОВИ ТКАНИН НА ЇХ ГІГІЄНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ	
Кисельова В.Ф., Маланчак К.М., Головачова Н.П., Ріпка Г.А.	185
РОЗРОБКА СТАДІЇ ВИПАЛУ КАРБОНАТНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ВАПНА	
Дреєр О.В., Золотарьова О. В.	187

ЗАСТОСУВАННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ ДЛЯ КАТАЛІЗУ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ Макаров В.Д., Золотарьова О. В.	188
РОЛЬ КАТАЛІЗАТОРІВ У ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОСТІ Меркуленко А.Д., Золотарьова О. В.	190
МОДЕЛЮВАННЯ ПІДСИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ НА ОСНОВІ ANFIS Дубовський О.Р., Сотніков Д.О.	191
ВТОРИННА ПОЛІМЕРНА СИРОВИНА У РАМКАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ Скрипник М.Ю., Римар Т.Е.	192
АВТОМАТИЗАЦІЯ ВЕЛИКОЇ ТЕПЛИЦІ НА ОСНОВІ ІОТ-ТЕХНОЛОГІЙ Смирнов К. М., Сотнікова Т. Г.	194
ІНТЕГРАЦІЯ РОБОТИЗОВАНИХ І CNC-СИСТЕМ У ПРОЦЕСІ РІЗАННЯ ЛИСТОВОГО СКЛА Старий В. А., Асманкіна А. А.	196
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ КОМБІНОВАНИХ КОТЛІВ ALFA LAVAL ОС У СКЛАДІ ДИЗЕЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК КОНТЕЙНЕРОВОЗІВ ДЕДВЕЙТОМ 42000 Т Чекушкін А. Ю., Самойлова Ж. Г.	197

«НАСЕЛЕНІ ПУНКТИ ЖИВУТЬ НА ПОРОХОВІЙ БОЧЦІ»: ЕКОЛОГІЧНА ТА ТЕХНОГЕННА ЗАГРОЗА ВІД ПІДЙОМУ МЕТАНУ ІЗ ЗАТОПЛЕНИХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ НА ТИМЧАСОВО ОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ ДОНЕЦЬКОЇ ТА ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ

Харківський А.В., гр. асп-263-24, Захарова О. І., к.х.н., доцент кафедри хімічної інженерії та екології

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність проблеми. Після 2014 року на тимчасово окупованих територіях Донбасу було повністю або частково припинено централізований водовідлив (відкачку води) із шахт, що призвело до масового затоплення гірничих виробок. Станом на 2025 рік затоплено понад 150 шахт, включаючи глибокі горизонти. Це спричинило два критичні процеси, які становлять пряму техногенну та екологічну загрозу для населених пунктів [1, 2]:

- гідрогеологічний зсув, тобто підйом рівня шахтних вод і їх вихід на поверхню, що спричиняє засолення ґрунтів та підтоплення міст;
- міграція метану (при затопленні шахт газ метан CH_4 , що раніше утримувався у вугільних пластах під високим тиском води, десорбується і підіймається на поверхню через тріщини, свердловини та неізольовані стволи). Цей процес перетворює населені пункти над шахтними полями (зокрема, Донецьк, Макіївка, Єнакієве) на зону високої вибухонебезпеки [3].

Неконтрольовані викиди метану також є критичною екологічною проблемою, оскільки газ метан (CH_4) є потужним парниковим газом, що у 28 разів сильніший за вуглекислий газ (CO_2) у короткостроковій перспективі.

Мета дослідження. Встановити механізми міграції метану із затоплених шахт на поверхню, оцінити рівень техногенної загрози для населених пунктів та розробити рекомендації щодо мінімізації ризиків в умовах відсутності моніторингу.

Методи дослідження. Аналіз наукових звітів (зокрема, Глобальної ініціативи з метану, ЕРА та OSCE), моделювання гідрогеологічних процесів Донбасу (Donmining.info), огляд даних профільного українського та міжнародного законодавства.

Основна частина

1. Механізм міграції метану, шляхи міграції та накопичення. Вугільні пласти Донбасу більш насичені метаном (до 25 м куб./т). Вода в шахтах раніше виступала як утримуючий фактор тиску. Після припинення відкачування води, вода витісняє метан із пор та тріщин вугілля (десорбція), і він починає підійматися вгору. Газ мігрує через зони тектонічних порушень, тріщини в покривних породах, деградовані або покинуті свердловини та шахтні стволи. Найбільшу небезпеку становлять закриті простори: підвали житлових будинків, каналізаційні системи, підземні комунікації та колодязі, де відбувається накопичення метану і його концентрація може швидко досягати вибухонебезпечного діапазону (5-15% за об'ємом) [4].

2. Техногенні наслідки та ризики. Фактичні вимірювання, проведені в прифронтових зонах та поблизу лінії зіткнення, підтверджують критичні концентрації: у підвалах деяких міст фіксувалася концентрація газу метану від 4% до 12%, що є прямою загрозою вибуху від будь-якої іскри. Зафіксовані випадки вибухів газу в житлових будинках на окупованих територіях (Макіївка, 2021; Єнакієве, 2023) можуть бути прямо пов'язані з підйомом шахтного метану.

3. Відсутність контролю. На відміну від діючих шахт, де здійснюється постійний аерологічний моніторинг газів (контроль CH_4 , CO , O_2), на затоплених шахтах та прилеглих до них житлових масивах на ТОТ, такий контроль повністю відсутній. Це робить ситуацію непередбачуваною і некерованою.

Для вирішення питань техногенної та екологічної безпеки ми пропонуємо:

- міжнародний моніторинг, тобто забезпечення доступу міжнародних місій (OSCE, UN) до оцінки екологічної та техногенної ситуації, використовуючи дистанційні методи зондування для фіксації викидів газу метану (навіть над територіями з обмеженим доступом);

- розробку дегазаційних схем, тобто буріння дегазаційних свердловин над найбільш небезпечними затопленими шахтними полями з подальшою утилізацією (спалюванням) або використанням метану для енергетичних потреб (когенерація).

- інформування населення, що включає розробку уніфікованих пам'яток для ДСНС щодо правил безпеки в районах, розташованих над шахтами (небезпека накопичення газу в підвалах, колодязях, необхідність провітрювання).

Висновки. Масове затоплення шахт Донбасу є рушійною силою для неконтрольованої міграції метану, перетворюючи техногенну проблему на пряму загрозу життю цивільного населення. Техногенний ризик посилюється відсутністю будь-якого систематичного моніторингу та дегазаційних заходів. Екологічний ризик полягає у неконтрольованих викидах потужного парникового газу в атмосферу.

Література

1. ГО «Екодія». Звіт про вимірювання метану в населених пунктах над шахтами. 2023.
2. OSCE. EnvironmentalharmandriskmapsinDonbas. 2020.
3. Коваленко В. І., Бондаренко О. М. Міграція шахтного метану в умовах затоплення вугільних шахт Вісник НГУ. 2022. № 4.
4. EPA. EmissionsfromCoalMininginUkraine (аналітичні дані).
5. «Метан із шахт: Донбас на пороховій бочці» Радіо Свобода, 12.03.2024.

МОНІТОРИНГ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ВІДКРИТОЇ РОЗРОБКИ МАЛИШЕВСЬКОГО РОЗСИПНОГО РОДОВИЩА

Карпук К.В.¹, учениця 10 класу, Волошина З.К.^{1,2}, вчитель, секція «Геологія, гідрогеологія та геофізика»

¹ *Лисичанський ліцей №4 Луганської області*

² *Комунальний заклад «Луганська обласна мала академія наук учнівської молоді» (м. Рубіжне)*

Актуальність. Відкритий видобуток корисних копалин супроводжується комплексом негативних впливів на довкілля, серед яких найбільший вплив припадає на зміни рельєфу і геологічної будови території. Отже необхідною умовою діяльності гірничих підприємств згідно Гірничого закону України є повернення порушених земель у стан безпечний для людей і майна та придатний для використання в суспільному господарстві [1, 2].

Розсипне комплексне ільменіт-цирконієве родовище Малишевське (Ti, Zr) відноситься до високоперспективних об'єктів мінерально-сировинної бази металічних корисних копалин України. Малишевське родовище відкрите в 1954 р., розташоване в Дніпропетровській області поблизу міста Вільногірськ (рис.).

Методи дослідження: статистичний, аналізу та синтезу, картографічний, графічний, методи дистанційного зондування Землі.

Мета роботи: виконати моніторинг Малишевського родовища та висвітлити його вплив на довкілля.

Завдання:

- 1) В програмі Google Earth Pro побудувати тематичну карту зміни площі Малишевського родовища;

2) виконати моніторинг Малишевського родовища з використанням вегетаційних та водних індексів;

3) надати пропозиції щодо ревіталізації техногенних ландшафтів, утворених на площі Малишевського родовища.



Рисунок. Малишевське родовище (Вільногірська ділянка). Фрагмент карти Дніпропетровської області

Для досягнення поставленої мети в роботі в програмі Google Earth Pro побудовані тематична карта зміни площі Малишевського родовища (ділянка Вільногірська) впродовж 1985-2021 рр. та відповідна гістограма (з урахуванням 2025 року ресурс Copernicus Browser, Sentinel 2). Впродовж 1985-2025 рр. площа родовища збільшилася в 2 рази, що свідчить про значну динаміку змін за 40 років.

Для оцінки динаміки NDVI було вибрано дві ділянки на території Малишевського родовища.

Ділянка 1 (площа 28 га) розташована в західній частині родовища, на якій відбувалися зміни рослинності в сторону її погіршення внаслідок видобування корисних копалин. У 2015-2016 рр. це площа зі щільною рослинністю, чагарникам, деревами з NDVI від 0,4 до 0,7 у літньо-осінній сезон. У 2025 році це вже ділянка з NDVI від 0,1 до 0,13 у відповідний сезон.

Ділянка 2 (площа 27 га) розташована у східній частині родовища, на якій відбувалося відновлення рослинності внаслідок припинення видобування корисних копалин на цій площі. NDVI впродовж 2015-2025 рр. коливається в межах 0,52-0,68, що відповідає густій рослинності, чагарникам, деревам.

За розрахуванням в QGIS індексом NDVI за липень місяць 2016 та 2025 рр. побудована класифікація території родовища та суміжних з ним ділянок. Отримані дані свідчать про те, що в порівнянні з 2016 роком у 2025 році значено зменшилась площа, зайнята здоровою рослинністю (NDVI >0,6).

Виконано аналіз NDVI-карти Малишевського родовища за космічними знімками Landsat 8 (2016 р.), Sentinel -2 L2A (2025 р.) веб-сервісу EOSDA LandViewer та підрахована площа за шкалою NDVI (-1- 0,2 -вода, відкритий ґрунт; 0,2-0,4 розріджена рослинність; 0,4-0,6 помірна рослинність; >0,6 щільна рослинність).

За результатами підрахунку зміни площ земель за шкалою NDVI відбулось їх збільшення. Так площа, зайнята водою та відкритим ґрунтом, збільшилась на 54 %, та на 26 % площа помірної рослинності. Але площа зі щільною рослинністю зменшилась на 28 %.

За індексом NDWI у 2025 році спостерігається зменшення поверхонь води на території родовища на 19%, але збільшення на 20% площ перезволожених ґрунтів.

Висновки. Негативним чинником є практично повний збіг контурів родовища з орними високо-урожайними полями чорноземів звичайних, руйнованими при веденні гірських робіт, а також розташовані на його південній і східній частинах населені пункти с. Дубове, с. Петрівка, с. Верхівцево.

При розробці Малишевського родовища застосовують гідравлічний спосіб видобутку (гідромеханізація) розсипних титано-цирконієвих руд Малишевського родовища. Наявність на території родовища водних поверхонь та перезволожених ґрунтів вказує на їх вплив на верховодку та ґрунтові води.

Що до ревіталізації відпрацьованих ділянок родовища нами запропоновано використання сільськогосподарського напрямку через відновлення родючості ґрунтів для створення агроценозів та водогосподарського: використання кар'єрних виїмок для створення штучних водойм, озер.

Література

1. Б.Ю. Собко Оцінка технологічних і організаційних рішень з ревіталізації техногенних ландшафтів / Б.Ю. Собко // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. - 2017. - № 50. - С. 111-116. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znprngu_2017_50_15

2. ГІРНИЧИЙ ЗАКОН УКРАЇНИ (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1999, № 50, ст.433)/ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1127-14#Text>

3. 8. Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 1. Історія та практичне застосування / С. М. Бабійчук, Л. Я. Юрків, О. В. Томченко та ін. – 2-ге вид., доповн. і переробл. – Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. – 152 с. <https://api.man.gov.ua/api/assets/man/d6ff7382-de8a-421a-86a8-b7ed93303deb/>

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПОРУШЕННЯ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ КАР'ЄРНІЙ РОЗРОБЦІ МІЦНИХ КРИСТАЛІЧНИХ ПОРІД

Буткова Д.В.¹, учениця 10 класу, Волошина З.К.², секція «Геологія, гідрогеологія та геофізика»

¹ *Лисичанський ліцей №4 Луганської області*

² *Комунальний заклад «Луганська обласна мала академія наук учнівської молоді» (м. Рубіжне)*

Актуальність. Динамічний розвиток гірничопромислового комплексу покращує фінансово-економічне становище країни, сприяє зростанню рівня соціального благополуччя населення та розвитку інфраструктури.

Проте розробка родовищ мінеральної сировини супроводжується і рядом негативних аспектів. При відкритому видобуванні корисних копалин порушується цілісність геологічного середовища, на значних площах знімається ґрунтово-рослинний покрив, порушуються водоносні горизонти, змінюється рельєф місцевості, створюються відвали розкривних порід та технічні водойми. Що, в свою чергу, призводить до ряду негативних екологічних наслідків, серед яких порушення гідрологічного режиму та замулення водойм, посилення водної та вітрової ерозії, зміна мікроклімату, деградація лісів та зниження родючості ґрунтів на територіях, що прилягають до об'єктів гірничого відводу. Відтак, в Україні, існує необхідність проведення геоекологічного моніторингу територій відкритого видобутку кристалічних порід, з метою науково виробничого супроводу розробки родовищ кар'єрним способом, контролю екологічного стану тощо [1].

Мета роботи: дослідити динаміку порушення земної поверхні при кар'єрній розробці міцних кристалічних порід на прикладі родовищ гранітної сировини Житомирщині.

Об'єктом дослідження обрано Лезниківське, Пекарщинське та Бехівське родовища.

В ході досліджень використані методи: дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків Sentinel-2, Landsat 8; геоінформаційний аналіз: обробка даних у QGIS, створення карт; статистичний аналіз: оцінка динаміки порушення земної поверхні внаслідок видобування гранітної сировини; порівняльний аналіз: порівняння зображень за різні роки.

На основі відібраних нами КЗ наданих в Google Earth Pro побудовані тематичні карти зміни площі Лезниківського, Пекарщинського та Бехівського родовищ впродовж 2003-2020 рр. та для дотримання хронологічного ряду завантажили КЗ Sentinel-2 /L2A Copernicus Browser за липень 2025 р. у комбінації каналів B4, B3, B2 («природні кольори») та виміряли площу родовищ [2].

Лезниківське родовище розташоване неподалік в 480 м від с. Червоногранітне Володарсько-Волинського району Житомирської області (50°34'24.3" пн. ш. 28°35'21.2" сх. д.). Складається з трьох кар'єрних розробок, площа яких з 2003 по 2025 рр. збільшилась в 2,5 рази (або на 150%).

У 2003 році на дні основного кар'єру утворилась штучна водойма. У 2025 році підрахована площа утвореної водойми внаслідок розробки кар'єру, яка склала 7 га (8,5 % від площі кар'єру). З 2019 року відкачка води, яка ускладнює видобування з кар'єру, призупиняється, видобуток гранітної сировини скорочується і з 2009 року почалась розробка нових двох ділянок, які у 2025 році вже об'єдналися в одну ділянку. Ймовірно, це викликано труднощами видобування, обробки та транспортування граніту в досить глибокому кар'єрі (максимальна глибина 57 м).

Значення нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI) на дослідній ділянці кар'єрної розробки змінюється: у 2016 році в межах 0,4-0,55 (помірна рослинність), а у 2025 році NDVI вже 0,20-0,28 (розріджена рослинність) [3].

Пекарщинське родовище розташоване на 600 м на південь від с. Пекарщина Житомирського району Житомирської області (50°30'23,9" пн. ш. 28°37'21,1" сх. д.). Складається з двох кар'єрних розробок, площа яких також має тенденцію до зростання. Так, упродовж 2003-2025 рр. площа родовища збільшилась в 14,5 рази і відповідно складала 2,2 га (2003 р.) та 32 га (2025 р.).

Значення NDVI на дослідній ділянці кар'єрної розробки змінюється: у 2016 році в межах 0,48-0,68 (помірна та щільна рослинність), а у 2025 році NDVI вже 0,14-0,20 (вода, відкритий ґрунт).

Бехівське родовище гранодіоритів, розташований у північно-західній частині Українського щита, в межах Коростенського району Житомирської області.

Складається з двох кар'єрних розробок, глибиною 30-42 м, які знаходиться за 15 км на південний захід від міста Коростень, в селі Бехи. Координати місця розробки: 50°18'42" пн. ш., 28°30'16" сх. д.

Упродовж 2003-2025 рр. площа родовища збільшилась в 1,4 рази і відповідно складала 42 га (2003 р.) та 100 га (2025 р.).

Висновки

За результатами роботи встановлено, що площа досліджених родовищ має тенденцію до збільшення через освоєння нових ділянок та формування відвалів пустих порід, які займають значну площу і знищують ґрунтово-рослинний покрив навкруги.

Значення NDVI на дослідних ділянках зменшується і відповідає розрідженій рослинності або голій землі.

З припиненням відкачки води в глибоких кар'єрах утворюються штучні водойми

Серйозною проблемою є пилове і шумове забруднення в результаті вибухів і роботи щебеневого заводів. Це негативно впливає на якість життя населення селищ Червоногранітне та Пекарщина. Так, наприклад, ТОВ «Лезниківський кар'єр» знаходиться в межах селища Червоногранітне.

Багато родовищ кар'єрної розробки на даний час знаходяться у покинутому стані. Тому своєчасне відновлення відпрацьованих й занедбаних кар'єрів в рекреаційних цілях сприяє покращенню містобудівної ситуації та розвитку населених пунктів навколо даних

територій, а створення парків збільшує туристичний інтерес до даних локацій в подальшому.

Література

1. Шевчук Р. М., Філіпович В. Є., Мичак А. Г., Лубський М. С. Особливості супутникового моніторингу територій видобутку кристалічних порід в Житомирській області за даними багатоспектральної та радарної космічної зйомки. Український журнал дистанційного зондування Землі. 2019. № 22. С. 12-21.

2. Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 1. Історія та практичне застосування / С. М. Бабійчук, Л. Я. Юрків, О. В. Томченко та ін. – 2-ге вид., доповн. і переробл. – Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. – 152 с. <https://api.man.gov.ua/api/assets/man/d6ff7382-de8a-421a-86a8-b7ed93303deb/>

3. Вегетаційні індекси в сільському господарстві: NDVI, NDRE, MSAVI, NDMI / WEAGRO Онлайн-сервіс <https://weagro.ua/blog/vegetacijni-indeksy-v-silskomu-gospodarstvi-ndvi-ndre-msavi-ndmi/>

МОНІТОГІНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ У 2022-2025 РОКАХ

Савенков В.М.¹, учень 11 класу, Назаренко О.С.², керівниця секції «Охорона довкілля та раціональне природокористування», к.х.н

¹ Лисичанський ліцей Сєвєродонецького району Луганської області

² Комунальний заклад «Луганська обласна мала академія наук учнівської молоді»

Чорне море вважається одним з найбільш вразливих регіональних морів через обмежений водообмін з відкритими океанами, а також впадіння в нього великих річок континентальної Європи, площа водозбору яких приблизно у п'ять разів вище площі дзеркала моря. Для дослідження обрана Північно-західна частина Чорного моря (ПЗЧМ), що грає велику роль у економіці України [1]. Тут розташовані місто Одеса, три великих порти України (Одеса, Іллічівськ, Южний), морські платформи для видобутку газу. В акваторії Чорного моря поблизу Одеської області знаходиться ботанічний заказник загальнодержавного значення – Філофорне поле Зернова (ФПЗ) площею 4025 квадратних кілометрів. Територія ФПЗ обмежена мисами Тарханкут на сході та Каліакра на південному заході. Заказник створено для охорони крупної колонії філофори та для збереження і відтворення природної акваторії Чорного моря, що має особливу природоохоронну, наукову, естетичну та пізнавальну цінність. Стан екосистеми ФПЗ є індикатором стану екосистеми всієї ПЗЧМ.

Фітопланктон (одноклітинні рослини) є основою морського харчового ланцюга, завдяки фотосинтезу він збагачує атмосферу, воду киснем. Концентрація хлорофілу А – найважливіший параметр морської води, що характеризує біомасу та стан фітопланктону.

Мета дослідження: оцінити зміни екологічного стану ПЗЧМ під впливом природних та антропогенних факторів у 2022-2025 роках для визначення основних проблем.

При виконанні роботи використовували засоби дистанційного зондування: інтерфейс візуалізації та завантаження даних, розроблений Морською службою Copernicus: My Ocean Pro Viewer [2].

Результати. Вивчено внесок річок у забруднення вод ПЗЧМ. Аналізували концентрацію хлорофілу А, яка залежить від кількості біогених речовин. Встановлено, що у зоні дельти Дунаю середні концентрації хлорофілу А у травні-серпні 2025 року становлять 2,13 мг/м³, у гирлі Дніпро-Бугського ліману- 0,79 мг/м³, на виході з Дністровського ліману - 0,61 мг/м³. Розподіл концентрацій біогених речовин корелюється з кількістю вод річок. Величина стоку Дунаю в середньому в 4 рази більша за сток Дніпра та у 20 разів – за сток

Дністера [3]. Проведено аналіз середніх концентрацій біогенних речовин у гирлі Дніпро-Бугського ліману у травні-серпні 2022-2025 років. У 2024 році середні концентрації нітратів збільшилися у 4,4 рази порівняно з 2022 роком, фосфатів – у 1,5 раза. Причиною може бути відсутність очищення води річки Дніпро від біогенних речовин у Каховському водосховищі, а також недостатня робота очисних споруд біологічного очищення міських стічних вод.

З метою виявлення змін після руйнування дамби Каховського водосховища 6 червня 2023 року було зроблено аналіз концентрацій фосфатів та нітратів у районі Одеси. У зв'язку з напрямком течій уздовж узбережжя проти годинникової стрілки поживні речовини зі стоком Дніпра прямують у бік Одеси. Дані показали, що найбільші концентрації були 10 червня, коли концентрація фосфатів зросла у 25 разів у порівнянні з концентрацією 6 червня, а нітратів – у 1,5 раза. У наступні дні концентрації цих речовин поступово знижувалися.

Досліджено зміни середніх концентрацій хлорофілу А у районі Одеси влітку 2022-2025 років. Дані показали, що у порівнянні з 2022 роком сталося значне зменшення концентрацій хлорофілу А - у 2024 році на 50 %, у 2025 році - на 42%. За вмістом хлорофілу А - 0,73-0,7 мг/м³ продуктивність вод у районі Одеси у 2022-2023 роках відповідала середньому рівню продуктивності, у 2024 - 2025 роках ця зона моря стала малопродуктивною зі вмістом хлорофілу А 0,4 мг/м³.

Виконано аналіз концентрацій розчиненого у воді кисню, який утворюється фітопланктоном та іншими водними рослинами у районі Одеси у процесі фотосинтезу. Середня концентрація кисню у травні-серпні 2023 року була 245,3 ммоль/м³ (4,43 мг/дм³), за той же період 2024 року - 256,4 ммоль/м³ (4,6 мг/дм³). Для нормального розвитку риб необхідно мінімум 5 мг/дм³ кисню, зниження концентрації кисню до 2 мг/дм³ призводить до їх масової загибелі.

Обстеження акваторії поля Зернова проводили у 6 точках. Дані показали, що у порівнянні з 2022 роком відбулося зменшення концентрацій хлорофілу А – у 1,74 раза (2024 рік), у 1,4 раза (2025 рік). Концентрації хлорофілу А у 2024 році були від 0,28 до 0,54 мг/м³, середнє значення - 0,394 мг/м³. У 2025 році концентрації хлорофілу А були від 0,375 мг/м³ до 0,47 мг/м³, середнє значення - 0,375 мг/м³. Ці показники відповідають водам малої продуктивності. Концентрації кисню, який утворюється фітопланктоном у межах поля Зернова у червні-вересні 2024 року були 238-250 ммоль/м³ (4,3-4,5 мг/дм³), що нижче за потрібний мінімум. Розчинність кисню у воді залежить від температури. За даними супутникових вимірів середня температура морської води у районі поля Зернова у травні-серпні 2022 року становила 20,02 °С, у 2023 році - 20,6°С, 2024 році - 24,01°С, 2025 році - 20,08°С.

Висновки. Результати показали, що у 2024, 2025 роках відбулося значне зменшення концентрації фітопланктону (за аналізами хлорофілу) у водах ПЗЧМ, викликане підвищенням середньої температури влітку 2024 року на 4 градуси порівняно з 2022 роком, а також накопиченням токсичних хімічних продуктів (нафта, важкі метали та ін.) внаслідок воєнних дій. Середні концентрації кисню у травні-серпні 2024-2025 років нижче за необхідний мінімум для нормального розвитку риб. Через різке зниження природно-ресурсного потенціалу ПЗЧМ екологічні втрати супроводжуються економічними.

Література

1. Північно-західна частина Чорного моря. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE-%D0%B7%D0%B0%D1%85%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%A7%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BC%D0%BE%D1%80%D1%8F

2.Introduction to MyOcean Pro Viewer. URL: <https://help.marine.copernicus.eu/en/articles/6482737-introduction-to-myocean-pro-viewer>

3.О.Ю. Гончаров, О.І. Шундель, А.С. Тітяпкін Вплив коливань річкового стоку на розподіл хлорофілу в естуарних зонах Чорного моря за даними супутникових спостережень. Океанографічний журнал (Проблеми, методи та засоби досліджень Світового океану), 4(15)/2022 С. 26. URL: https://www.researchgate.net/publication/368882392_Vpliv_kolivan_rickovogo_stoku_na_rozpodil_hlorofilu_v_estuarnih_zonah_Cornogo_mora_za_danimi_suputnikovih_sposterezen

АНАЛІЗ ПРОЯВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН У СХІДНИХ ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ У 2020-2025 РОКАХ

Вербій А.Д.¹, учениця 11 класу, Назаренко О.С.², керівниця секції «Екологія», к.х.н

¹ Рубіжанський ліцей Северодонецького району Луганської області

² Комунальний заклад «Луганська обласна мала академія наук учнівської молоді»

Кліматичні зміни мають значний вплив на сільське господарство, яке є важливим сектором національної економіки України. У цій галузі формується майже 9,3 % від усього ВВП та понад 40% доходу від експорту.

Метою дослідження є визначення особливостей прояву кліматичних змін у східних областях України, які становлять потенційну загрозу для рослинництва у сільському та лісовому господарствах.

При виконанні роботи використовували супутникові знімки ресурсів Google Earth Pro, Copernicus Browser, дані метеостанції Ізюм (Харківська область) [1].

Для дослідження обрано полігон площею 26 тис. км². Цей район розташований у лісостеповій зоні України. Географічні координати: з півночі 49° 28 ' N- 48 ° 42 ' N, зі сходу 38°58'E - 36°18' E. Аналізували по дві дослідні ділянки у Луганській, Донецькій та Харківській областях.

Аналіз тенденцій зміни температури. Дослідження проводили у 2015 – 2025 роках, аналізували дані по середнім добовим температурам самого жаркого місяця - липня. У ці роки спостерігається поступове підвищення температури та перевищення її кліматичної норми - 22-23°C. Відповідно до методичних рекомендацій [2] для здійснення оцінки кліматичних загроз за даними метеостанції побудовано графіки кількості днів із денною температурою повітря від 30° до 34 °С, кількості днів із денною температурою повітря від +35° С і вище. Дані показують тренд у бік підвищення денних температур, найбільш спекотним був 2024 рік, максимальна температура у липні досягала 37,4° С. У 2024-2025 роках у липні денна температура по 25 днів перевищувала 30° С, і була вищою за 35° С протягом 10 та 6 днів відповідно. При температурі вище 35° С у рослин порушуються фізіологічні процеси: метаболізм, уповільнення фотосинтезу та загибель клітин. Це призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур.

Аналіз річної кількості атмосферних опадів показав, що у половині досліджених років випадало менше кліматичної норми опадів, яка становить 515- 536 мм. Річна кількість опадів у період з 2015 до 2025 р. має тренд до зниження. Найбільша кількість опадів – у середньому 28,3%, випадає навесні, кількість зимових опадів – 27,75%. Значно менше опадів (22,3%) випадає влітку, майже всі вони мають характер злив. Максимальна кількість послідовних посушливих днів (без опадів) у липні від 4 до 7 днів. Восени випадає недостатня кількість опадів – 21,8%.

Оптимальний водний режим ґрунту - одне з основних завдань землеробства. Найбільші запаси вологи у ґрунті здебільшого бувають весною, після його розмерзання і танення снігу. Протягом теплового періоду запаси вологи зменшуються і найменші запаси

доступної вологи бувають у липні-вересні. На основі супутникових вимірювань значень індексу вологості (NDMI) проведено аналіз зміни вологості ґрунтів. Середні значення NDMI протягом травня-серпня 2015-2025 років не перевищують 0,065 одиниць, рослинність перебуває в стані водного стресу, що призводить до зниження стійкості рослинництва. Порівняння перебігу кривих середніх значень температури та вологості ґрунту протягом травня-серпня 2015-2025 років показало, що вологість ґрунту явно залежить від температури.

Проявом кліматичних змін є сильні вітри, шквали, які висушують ґрунт, разом із високою температурою створюють умови для лісових пожеж у соснових лісах. У дослідженому районі знаходяться великі масиви соснових насаджень на піщаних терасах річки Сіверський Донець. Визначення пожежної небезпеки за погодними умовами здійснюють за допомогою комплексного показника, який враховує температуру повітря та тривалість періоду без опадів. Усі пожежі поширюються у липні-вересні, коли вологість ґрунту найменша. Прикладом є пожежі у Северодонецькому ЛМГ 6 липня 2020 року. Погодні умови: сухо без злив з 3 по 7 липня, максимальна денна температура 37,4° С -38,6° С, вітер східний швидкістю 3 м/сек з поривами до 20 м/сек. Площа згарища становить 7,4 тис. гектарів. За даними супутникових знімків, за період із 2022 по 2025 роки у дослідженому районі вигоріло 34 тис. га соснових лісів, що посилить прояви кліматичних змін.

Висновки: Визначено основні тренди кліматичних змін у досліджуваному районі: зростання показників спеки, зниження річної кількості опадів та рівня зволоження земель, що впливатиме на зміну структури виробництва продукції рослинництва. Підвищення температури викликає передчасне дозрівання ярових сільськогосподарських культур та знижує їх врожайність. Найбільшого впливу зазнають соя, соняшник [3], кукурудза та посіви озимих культур. Вже значно зменшилося вирощування овочевих: картоплі, буряку, огірків, капусти.

Знищення соснових лісів змінить місцевий клімат: він стане сухішим, зменшиться кількість опадів. Вже зараз кліматичні умови не сприятливі для відновлення соснових насаджень у дослідженому районі. Деревина поглинають вуглекислий газ, виділяють кисень і водяну пару в повітря. Знищення лісів збільшує викиди вуглекислого газу в атмосферу, що сприяє глобальному потеплінню, оскільки ліси є природними поглиначами CO₂.

Література

1. Архів метеоданих. Перегляд фактичної погоди на певну дату. URL: <https://meteopost.com/weather/archive/>

2. Методичні рекомендації для здійснення оцінки ризиків та вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2021 № 1363. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/4_Metodychni-rekomendatsiyi-dlya-zdijsnennya-otsinky-ryzykiv-ta-vrazlyvosti-sotsialno-ekonomichnyh-sektoriv-ta-pryrodnyh-skladovyh-do-zminy-klimatu.pdf

3. Вплив температур та вологості на розвиток соняшнику. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/8836-vplyv-temperatur-ta-volohosti-na-rozvytok-soniashnyku.html>

ПРОГРАМИ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ І МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ: СУЧАСНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ

Майстренко-Дудковська Я.А., здобувачка 4 курсу бакалаврату, гр. ПЕО-22д, Кравченко І.В., к.т.н., доцент, доцент кафедри хімічної інженерії та екології
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Зараз екологічні проблеми стають помітнішими практично в усіх регіонах – і через зміну клімату, і через техногенний тиск, і через урбанізацію. Звичайний моніторинг, коли вимірювання роблять раз на певний час у польових умовах, уже не дає повної картини. Ми можемо бачити, що відбувається “тут і зараз”, але не можемо передбачити, що буде далі. Саме тому програмні моделі сьогодні використовуються майже в усіх галузях екології.

Зростання інтенсивності антропогенного впливу та техногенних ризиків вимагає переходу від традиційного польового моніторингу до гібридного екологічного моделювання, яке дозволяє прогнозувати майбутні тенденції та оцінювати наслідки природних і техногенних змін. Сучасні програмні комплекси є ключовим інструментом для сценарного прогнозування, оцінки впливу на довкілля (ОВД) та управління природними ресурсами.

Метою роботи є проведення критичного порівняльного аналізу можливостей та архітектур ключових чисельних програмних комплексів (SWAT, CALPUFF, WRF-Chem, HYSPLIT) та оцінка їхнього інтеграційного потенціалу з новітніми технологіями Штучного Інтелекту (ШІ) для підвищення оперативності екологічного прогнозування в Україні. Дослідження базується на методах системного аналізу та синтезу інформації з наукових публікацій та світових кейс-досліджень.

Програмні комплекси для екологічного моделювання вирішують різні завдання, що вимагає їхньої інтеграції. Модель SWAT (Soil and Water Assessment Tool) є основною для гідрологічного моделювання великих водозборів, використовується для прогнозу паводків та оцінки впливу землекористування на якість води (зокрема, в басейнах Дніпра та Південного Бугу), у ній можна аналізувати стік, ерозію, перенесення поживних речовин та зміни, пов'язані з землекористуванням. Її ключовим обмеженням є складність калібрування та висока залежність від точності вхідних просторових даних (грунти, землекористування).

Моделі CALPUFF та WRF-Chem застосовуються для атмосферного моделювання, проте мають різний функціонал. CALPUFF є нестационарною моделлю, ідеальною для далекобійного переносу та оцінки аварійних викидів, особливо в умовах складного рельєфу (наприклад, як показано у дослідженнях на території Кривбасу та Донбасу). Складається з кількох окремих модулів для метеоданих, дисперсії та обробки результатів. Вона має відносно помірні вимоги до обчислювальних ресурсів, але обмежена у моделюванні складних хімічних перетворень. WRF-Chem поєднує чисельний прогноз погоди з хімічними модулями, дозволяючи моделювати утворення вторинних аерозолів та динаміку забруднення. Однак висуває надзвичайно високі вимоги до обчислювальних ресурсів (HPC).

Український проект Your Air Test демонструє ефективність гібридного підходу, де моделі WRF і CALPUFF поєднуються для створення оперативної системи прогнозування концентрацій забруднювачів на 48 годин наперед, що є критично важливим для міського моніторингу. Система враховує метеоумови; рельєф; промислові викиди; польові вимірювання.

HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) – модель для побудови траєкторій перенесення аерозолів (пилу, диму, попелу), а також для аналізу наслідків пожеж чи аварій. Вона є критично важливою для оперативного аналізу джерел забруднення, дослідження переносу диму, попелу, а також для моделювання наслідків радіаційних викидів чи лісових пожеж. Порівняно з CALPUFF та WRF, HYSPLIT має менші

вимоги до ресурсів і використовується як швидкий інструмент для визначення напрямку та зони впливу.

В Україні розроблено і власні прикладні програмні комплекси, серед яких MathMapMod (Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України), який більше орієнтований саме на промислові викиди й техногенне навантаження. Також створюються системи для моніторингу довкілля в екстремальних умовах (пожежі, аварійні викиди, промислові катастрофи).

У програмних моделях багато переваг (висока точність та можливість сценарного прогнозування; здатність працювати з великими територіями; інтеграція з ГІС; можливість використання у наукових, регуляторних та проектних роботах), але є і значні обмеження.

Обмеження традиційних чисельних моделей (високі обчислювальні витрати, низька оперативність) можуть бути подолані за рахунок інтеграції з новітніми технологіями, що є основним трендом світової екологічної науки. Подолання цих обмежень лежить у площині ІІІ.

Перспективи розвитку екологічного моделювання визначаються одночасно технологічним прогресом, зростанням обсягів екологічних даних та потребою урядів, підприємств і наукових організацій у більш точних і оперативних прогнозах стану довкілля.

Технологія Physics-Informed Neural Networks поєднує фізичні рівняння з нейромережами. Це дозволяє скоротити час розрахунку у 10–50 разів, забезпечуючи оперативне (near-real-time) прогнозування екологічних параметрів (якості повітря, повеней) без необхідності у великих суперкомп'ютерах. Це відкриває шлях до економічно доцільного прогнозування на рівні вулиць.

Світові ініціативи цифрових двійників, наприклад таких проєктів, як Destination Earth, передбачає створення детальних цифрових двійників регіонів чи міст. Ці моделі синтезуватимуть дані про клімат, гідрологію, урбаністику та антропогенне навантаження, дозволяючи проводити сценарний аналіз наслідків зміни клімату та катастроф на комплексному рівні.

Масштабування обчислень через GPU-прискорення (WRF-GPU) та перенесення більшості моделей у хмарні сервіси дозволяє працювати з великими базами даних (ERA5, Copernicus) та створювати високороздільні прогнози повеней чи атмосферних процесів щогодини.

ІІІ та машинне навчання дозволяють автоматично обробляти та інтегрувати потік нових супутникових даних (Sentinel NextGen, Landsat Next), забезпечуючи моделі точними вхідними даними майже в режимі реального часу. Це критично підвищує точність калібрування таких моделей, як SWAT, у реальному часі.

Програмні комплекси є основою для управління екологічними ризиками. Щоб забезпечити сучасний екологічний моніторинг в Україні, необхідно перейти до гібридних систем, які поєднують чисельні моделі з алгоритмами ІІІ та GPU-прискоренням. Такий підхід не лише підвищить точність, але й забезпечить необхідну оперативність для прийняття рішень у сфері управління водними ресурсами, прогнозування повеней та контролю якості атмосферного повітря.

Література

1. Destination Earth: Режим доступу – <https://destination-earth.eu>
2. Reuters: ініціатива Copernicus з оперативної атрибуції кліматичних подій (новинна стаття про запуск сервісу): Режим доступу -<https://www.reuters.com/sustainability/cop/europe-plans-service-gauge-climate-change-role-extreme-weather-2025-11-20/>
3. Financial Times / огляд NeuralGCM — приклад синтезу фізичних моделей та AI у прогнозуванні клімату і погоди: Режим доступу - <https://www.ft.com/content/78d1314b-2879-40cc-bb87-ffad72c8a0f4>

ПОЛІМЕРНЕ СМІТТЯ НАВКОЛО НАС, ЩО З ЦИМ РОБИТИ?

Кучер В.Б., здобувач 1 курсу магістратури, гр. ХТІ-25дм, Глікіна І.М., д.т.н., професор, професор кафедри хімічної інженерії та екології, Зубцов Є.І., к.т.н., доцент, доцент кафедри хімічної інженерії та екології

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Усе навколо нас складається з хімічних сполук. А також все, що ми залишаємо після себе теж є великим набором різноманітних хімічних сполук. На Україні дуже велика кількість сміттєзвалищ [1]. В країні утворюється кожного року мільйони тон сміття та тільки 2-6% можуть переробити. Все інше складається на сміттєзвалищах біля кожного великого міста. Склад відходів є різноманітним: папірові, харчові, пластикові, текстильні, скляні, металеві тощо.

Огляд. Незважаючи на закони про сортування смітті вся кількість сміття йде на загальні полігони сміттєзвалища. Всі вони дуже забруднюють атмосферу. Станом на 2024 рік в Україні існують більше 5000 полігонів сміттєзвалищ [2]. Одним з типів відходів є полімерні матеріали. Полімери це складні сполуки розвинутого вуглецевого ланцюгу. В залежності від розвинутоності полімери мають різні властивості.

Основні представники полімерного ряду як в житті, так і у відходах виглядають наступним чином:

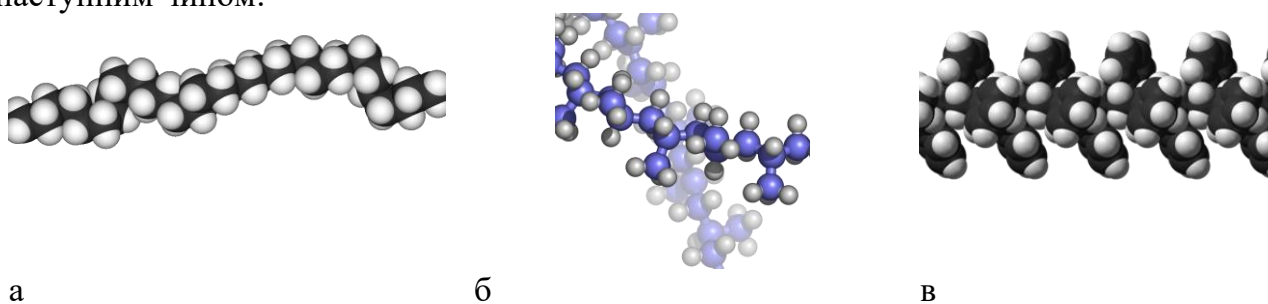


Рис. 1. Тривимірна модель молекули полімерної сполуки: а – поліетилену, б – поліпропілену, в - полістиролу

Кожна з цих молекул є складової різних типів полімерних матеріалів, а також відповідно входить і до сміття після використання матеріалів. Розглянемо основні властивості цих представників полімерів (Таблиця 1) [3].

Виходячи з властивостей полімерних матеріалів, його переробку необхідно проводити при високих температурах. Серед наукових розробок університету є технологія, яка працює з високотемпературним теплоносієм.

Технологія РВТ.

Технологія є новою з хімічних технологій. Технологія дає можливість проводити синтез органічних сполук та переробку будь-якої органічної сполуки або їх сумішей. Основною є реакційна ємність, яка заповнена хімічної речовиною, що має властивість до розплавлення при високій температурі. Це надає можливість підтримки температурного режиму під час хімічного перетворення в реакторі. Хімічне перетворення перебігає безпосередньо в розплаві високотемпературного теплоносія. Незважаючи на простоту конструкції реактору технології, сама технологія має доволі складні моменти. Принципіальна схема реактору за даною технологією представлена на Рис. 2.

В реакторі у якості реакційного середовища використовують розплав, а вихідна речовина подається безпосередньо в реакційне середовище та реакція перебігає при температурі розплаву теплоносія [4].

Таблиця 1. Основні властивості полімерних сполук

поліетилен	поліпропілен	полістирол
<p>Фізичні властивості</p> <p>щільність: від 0,91 до 0,97 г/см³.</p> <p>температурна стійкість: від приблизно -60 С до +80 °С.</p> <p>пластичність: при температурі понад 115 °С.</p> <p>Хімічні та експлуатаційні властивості</p> <p>Не реагує з водою, лугами, солями та більшістю кислот, але руйнується під дією 50% азотної кислоти та галогенів (хлор, бром).</p> <p>Низька проникність для води та пари.</p> <p>Не реагує з органічними розчинниками, оліями та мастилами.</p> <p>Під дією сонячного випромінювання (особливо УФ-променів) без добавок руйнується.</p> <p>Підтримує горіння.</p> <p>Нетоксичний, дуже повільно розкладається.</p>	<p>Фізичні властивості</p> <p>густина: близько 0,92-0,93 г/см³.</p> <p>Температура плавлення 172 °С та експлуатації до 140 °С без деформації).</p> <p>Висока міцність при ударах та багаторазових згинаннях.</p> <p>Крихким стає при температурах нижче -5...-15 °С.</p> <p>Хімічні властивості</p> <p>Висока стійкість до лугів, розчинів солей, мінеральних і рослинних олій, а також багатьох кислот.</p> <p>Руйнується під дією сильних кислот (наприклад, азотної та сірчаної), а також деяких неполярних розчинників, таких як бензол або чотирихлористий вуглець.</p> <p>Легко обробляється різними методами і може бути пофарбований або армований.</p> <p>Біологічно інертний і не виділяє токсичних речовин.</p>	<p>Фізичні та хімічні властивості</p> <p>температура плавлення: близько 240 °С.</p> <p>щільність: 1,04 г/см³</p> <p>при нагріванні стає рідким і може формуватися, а при охолодженні твердне у твердому стані є досить крихким.</p> <p>висока хімічна стабільність, але нестійкий до УФ-випромінювання та вуглецевих розчинників.</p> <p>легкозаймистий матеріал, горить з виділенням значної кількості диму, який може бути отруйним.</p> <p>вважаються екологічно безпечними та можуть бути перероблені.</p> <p>не схильний до гниття, цвілі та розкладання.</p>

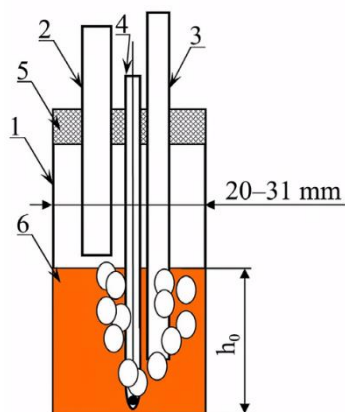


Рис.2. Принципова схема реакторів конверсії вугілля у рідкому високотемпературному теплоносії в реакторі без насадки, h_0 – висота розплаву; 1 – реактор з кварцу чи жаростійкою сталлю; 2 – кварцева трубка виводу продуктів реакції; 3 – кварцева трубка вводу сировини та води; 4 – карман для термопар; 5 – кришка; 6 – розплав солі

Результати дослідження. Розглядаючи властивості полімерних сполук бачимо, що всі вони мають високу температуру плавлення та низьку щільність (Таблиця 2).

Таблиця 2. Температури плавлення різних полімерів

матеріали	поліетиленові	поліпропіленові	полістирольні
Тпл, °С	115	172	240

У якості високотемпературного теплоносія можливо використати будь-яку речовину з відповідною температурою плавлення (Таблиця 3).

Таблиця 3. Температури плавлення розплавів різних хімічних сполук

Розплав	NaCl	Fe ₂ O ₃	Cu ₂ O	Al ₂ O ₃
Тпл, °C	801	1565	1236	2050

Для використання технології з рідким високотемпературним теплоносієм крім температури плавлення розплаву, ще знадобиться знання щільності розплавів полімерних матеріалів та розплавів теплоносія (Таблиця 4).

Таблиця 4. Щільність розплавів хімічних та полімерних матеріалів

розплав	полімерні матеріали*	NaCl	легкі сплави алюмінію	нерж. сталь	припой (50% олово/50% свинець)	вуглеродна сталь	Al ₂ O ₃
щільність, г/см ³	0,85-1,8	1,73	2,56-2,8	7,48-8,0	8,885	7,85	2,7-2,8

* полімерні матеріали низької щільності 0,926-0,94, високої щільності 0,941-0,965 г/см³.

Полімерні сполуки вважають реакційноздатними, не токсичними та екологічнобезпечними. Але час їх розкладання при звичайних умовах дуже довгий.

Обговорення.

В результаті дослідження відмічено, що використання технології з високотемпературним теплоносієм для перетворення полімерних відходів типу поліетиленових, поліпропіленових та полістирольних є можливим. Принципова блок-схема перетворення запропонована на Рис. 2.

полімерні матеріали

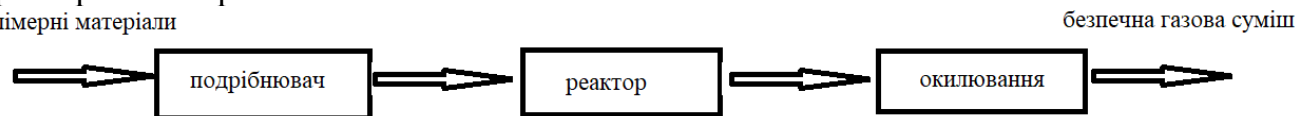


Рис. 2. Блок-схема перетворення полімерних відходів за технологією у рідкому високотемпературному теплоносії

В технології обов'язково необхідно підтримувати високу температуру розплаву теплоносія. Найдешевшим високотемпературним теплоносієм є звичайна кухонна сіль (температура розплаву 800 °C). Полімерні сполуки в такому реакційному середовищі перетворюються при нижчій температурі. Щільність їх нижче за щільність розплаву солі, то за можливості вони зможуть на поверхні розплаву солі відтворити полімерну плівку. Подальше відокремлення та додавання кисню повітря зможе окислити її до безпечної газової суміші. Таке сумісне перетворення може надати новий напрямок у розвитку технології переробки полімермістких відходів. У якості теплоносія можливо використати будь-який теплоносій високої температури розплавлення.

Література

1. Страшна правда про сміттєзвалища в Україні, <https://ua.igotoworld.com/projects/garbage/>

2. В Україні сміттєзвалища займають дев'ять тисяч гектарів території, 2024, <https://eco.rayon.in.ua/news/665896-v-ukraini-smittiezvalishcha-zaumayut-devyat-tisyach-gektariv-teritorii>

3. Мельник Л.І. Хімія і фізика полімерів: Навч. посібник – Київ: НТУУ "КПІ" 2016. – 161 с.

4. Development of a new method for stone coal converting into a liquid high-temperature heat carrier based on energy factors. Yevhen Zubtsov, Irene Glikina / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6/6 (132), 2024, P.59-69

ДОСЛІДЖЕННЯ СИМВОЛІКИ ТА АРХІТЕКТУРНОЇ ІДЕЇ ГЕОГРАФІЧНОГО ЦЕНТРУ УКРАЇНИ В СЕЛІ МАР'ЯНІВКА ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Світличний В.В., учень 6 класу, Коршикова І.А., учитель географії
Лисичанський ліцей №8 Северодонецького району Луганської області

Утвердження національної ідентичності та територіальної цілісності є одним із завдань сучасної України. Тому особливого значення набувають об'єкти, що мають як наукове, так і символічне значення. Географічний центр країни – це не просто точка на карті, визначена за допомогою точних розрахунків; це "серце", яке відображає єдність та неподільність нації.

Вже декілька років я активно цікавлюсь історією і географією України, зокрема, пам'ятками культури нашого народу. Бо вони – відображення душі і духу українців, наші сподівання на краще життя, що заслуговуємо. Тому географічний центр України – її серце, що б'ється в унісон з серцями патріотів. Тема є актуальною у важкі часи життя держави, а саме збройної агресії країни-терористки проти Батьківщини. Як ніколи, зараз маємо підтримувати один одного, ЗСУ, рідну країну, залучати більше однолітків до вивчення природи рідного краю, краси і неповторності мальовничих куточків, цікавих географічних об'єктів. Тема дослідження є актуальною, бо недостатньо висвітлюється в ЗМІ і джерелах інформації, недостатньо роботи з популяризації даного об'єкта.

Основними завданнями дослідження були:

1. Проаналізувати етапи наукового визначення географічного центру України.
2. Схарактеризувати архітектурно-символічну концепцію арт-об'єкта «Серце України» (2021 р.) в селі Мар'янівка Черкаської області

Основою для дослідження стали роботи доктора географічних наук, професора Ф.Д.Заставного [3] і кандидата географічних наук В.С.Грицевича [2]. Як матеріал дослідження використовувались періодичні видання та ресурси Інтернет, зокрема, матеріали офіційного сайту Черкаської обласної організації Національної спілки краєзнавців України.

Після відновлення незалежності України у 1991 році проблемою визначення місцезнаходження географічного центру України займалися науковці Львівського національного університету імені І.Франка. На основі опрацювання картографічних матеріалів у 1993 році було з'ясовано, що за попередніми розрахунками такий центр розташований в районі міста Шпола Черкаської області.

До того моменту точкою, рівновіддаленою від усіх кордонів, вважали село Добровеличківка Кіровоградської області. Раніше географічний центр визначали за місцем перетину крайніх східної, західної, південної і північної точок України. Але, як виявилось, цей метод не є точним і досконалим для кордонів України.

У 2011 році Черкаська обласна державна адміністрація розпочала вивчення питання щодо належного облаштування цього об'єкта – символу державності і суверенітету України. Того ж року було встановлено знак «Географічний центр України» у вигляді металевого шпилья. У 2012 році розпочато будівництво історико-туристичного комплексу "Географічний центр України". Нинішній величний комплекс на місці географічного центру відкрили у 2021 році.

Географічний центр України - не просто точка з координатами на карті, а один із особливо важливих символів державності. І той, хто побуває на цій локації, точно доторкнеться до географічного серця і душі України.

Після глибокого вивчення документів про історію становлення і відкриття на місцевості вже відомої локації, разом з батьками вирішили відвідати український географічний центр і вже на місці відчувати атмосферу спільного з країною серцебиття.



Центральна бетонна площа оточена 25-ма парами крил, що символізують області нашої країни та Автономну Республіку Крим. На кожній парі крил написано назву міста — обласного центру та зображено орнамент вишивки, притаманний цій області. Ці крила - як прагнення звичайних людей до світлого майбутнього, щасливого життя. Це про рух до свободи, розвитку, вдосконалення.

Посеред площі під склом світиться та пульсує інсталяція серця України, і найбільш вражаюче: чути звук серцебиття цілої країни! Відвідувачі чують його при наближенні до об'єкту, спочатку прислухаються і обов'язково звертають на нього увагу.

І якраз це ті моменти, коли відчуваєш себе частиною України, бо зливаються в єдине ціле серцебиття країни і твоє власне - звичайного українця. В цьому голосному українському серцебитті - і тимчасово окуповані ворогом території, і серця українців у неволі, і всі ті, кого доля розкидала по світу, але хто душею з Україною.

Поки я перебував там, побачив, скільки приїжджає людей з усіх куточків держави - школярі, туристи, військові. Всі підходять до крил своєї рідної області, а потім обов'язково торкаються скла і загадують бажання.

Це місце навчає, надихає і дає можливість кожному відчути себе частиною великої України. Місце духовної сили, патріотизму, гордості і надії. Головне, що комплекс став не тільки позначенням географічної точки на карті.

Висновки

Свою роботу по вивченню географічного центру України ми розпочали з пошуку відомостей про історію визначення координат точки у інтернет-джерелах, у онлайн-бібліотеці. Дослідження території арт-об'єкту здійснювали у серпні 2025 року. Вивчаючи дану тему, ми відшукали цікаву інформацію про Черкаську область, місцеву топоніміку, використали теоретичні знання для проведення краєзнавчого дослідження.

Найцікавішим виявилось відвідування і дослідження вже багатьом відомої географічної точки. Вона, як магніт, притягує до себе людей, що цікавляться історією і географією своєї країни. Створений комплекс центру України через символічні прийоми демонструє унікальність об'єкту, цілісність держави, підтримку усіх громадян-країни.

Це не просто місце на мапі, це місце, де поєднуються земля, небо і душа народу. Кожен, хто хоч раз тут побуває, відчуває гордість і тепло, розуміючи: справжнє серце України б'ється тут- і в кожному з нас. А ще неподалік, у Моринцях, народився Тарас Шевченко - тож географічне й духовне серце України б'ються поруч.

Література

1. Географічний центр України. Точка доступу: <https://surli.li/uxvcqy>
2. Грицевич В. С. Про географічний центр України та її середину // Краєзнавство, географія, туризм. 2002. № 44
3. Заставний Ф. Д. Географія України – Львів: Світ, 1994.
4. Краєзнавча Черкащина. Точка доступу <https://surli.cc/utiyfs>

ГАРМОНІЗАЦІЯ СТАНДАРТІВ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ: ДОСВІД ЄС ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ УКРАЇНИ

Зеленський М. М., здобувач 4 курсу бакалаврату, група ПЕО-22Д, Кравченко І.В., к.т.н.,
доцент, доцент кафедри хімічної інженерії та екології
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Якість питної води є критичним фактором громадського здоров'я та екологічної безпеки. В умовах воєнних дій, техногенного навантаження та старіння інженерної інфраструктури питання доступу до безпечної питної води в Україні набуває особливої актуальності. Європейський Союз розробив комплексну систему контролю якості води на основі гармонізованого законодавства та сучасних технологій моніторингу. Порівняння українських та європейських підходів дозволяє виявити сильні та слабкі сторони національної системи водопостачання і визначити напрями її вдосконалення. Мета дослідження – провести порівняльний аналіз нормативів та реального стану якості питної води в Україні і країнах ЄС для визначення напрямів гармонізації національної системи водопостачання з європейськими стандартами.

Нормативи якості питної води в Україні та ЄС базуються на рекомендаціях Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ). В Європейському Союзі діє Директива 2020/2184 щодо якості питної води, яка включає сучасні вимоги до PFAS, мікропластику та оцінки ризиків для здоров'я [1], а водна рамкова директива 2000/60/ЕС забезпечує системний контроль екологічного стану всіх водних ресурсів [2]. В Україні регулювання здійснюється через Державні санітарні норми та правила (ДСанПіН 2.2.4-171-10) та ДСТУ 7525:2014 щодо методів контролю. За даними ЕЕА понад 99% населення ЄС має доступ до якісної питної води [3], тоді як в Україні цей показник становить близько 70-85% [4].

Дослідження проведено методом порівняльного аналізу нормативно-правових документів України та ЄС, офіційних звітів (ЕЕА, МОЗ України), статистичних даних про стан водопостачання. Порівняння здійснювалося за чотирма ключовими категоріями: нормативні показники якості води, стан інфраструктури та системи контролю, технології очищення води, а також доступність та безпечність водопостачання.

Аналіз основних нормованих показників якості питної води (табл. 1) показує високий ступінь відповідності українських норм європейським стандартам.

Таблиця 1. Основні показники якості питної води

Показник	Україна (ДСанПіН 2.2.4-171-10)	ЄС (Директива 2020/2184)
<i>E. coli</i>	0 в 100 мл	0 в 100 мл
Коліформи	Відсутність	Відсутність
Нітрати	≤ 50 мг/л	≤ 50 мг/л
Свинець	≤ 10 мкг/л	≤ 5–10 мкг/л (поступово знижується до 5 мкг/л)
Каламутність	≤ 1,5 NTU	Рекомендація ≤ 1 NTU
Залізо	≤ 0,2 мг/л	≤ 0,2 мг/л
Хлориди	≤ 250 мг/л	≤ 250 мг/л
Сульфати	≤ 250 мг/л	≤ 250 мг/л
Загальна жорсткість	≤ 7 ммоль/л	≤ 7 ммоль/л
pH	6,5–8,5	6,5–9,5
Сухий залишок	≤ 1000 мг/л	≤ 1500 мг/л
PFAS	Норм немає	≤ 0,1 мкг/л (сумарно)

Більшість базових параметрів ідентичні, що свідчить про наукову обґрунтованість українських норм. Однак існують критичні відмінності, наприклад, контроль PFAS (перфторовані сполуки) в ЄС обов'язковий з 2023 року, в Україні офіційні нормативи відсутні; ЄС має більш жорсткі рекомендації по вмісту свинцю та параметру каламутність. Водночас Україна встановлює вужчі межі за рН, що забезпечує кращий контроль та має суворіші радіологічні вимоги порівняно з Європою, що зумовлено специфічними екологічними умовами.

Попри схожість нормативів, реальний стан водопостачання істотно відрізняється, основні проблеми в Україні та відмінності ЄС наведені у табл. 2.

Таблиця 2. Порівняння стану водопостачання

Показник	Україна	ЄС
Відповідність стандартам	70-85% проб	>99% проб
Доступ до якісної води	~70% населення	99,5% населення
Вік мереж	30-50 років	15-25 років
Стан інфраструктури	Зношені мережі, пошкодження через війну	Високий рівень модернізації, регулярні інвестиції
Контроль якості	Нерегулярний, обмежений доступ до даних	Щоденний моніторинг, відкриті онлайн дані
Безпечність води з крана	Залежить від регіону; часто потрібне кип'ятіння	У більшості країн безпечна для безпосереднього споживання
Контроль PFAS та мікропластику	Відсутні офіційні норми	Обов'язковий контроль
Сучасні технології очищення	Частково застосовуються	Масово застосовуються

В Україні переважають традиційні технології водопідготовки радянського періоду, що включають коагуляцію та флокуляцію, відстоювання у великих резервуарах, фільтрацію через піщані фільтри та хлорування як основний метод дезінфекції, проте ця система має суттєві недоліки як застаріле обладнання, утворення шкідливих побічних продуктів хлорування, вторинне забруднення у зношених мережах та високі витрати реагентів. Натомість у країнах ЄС застосовуються сучасні багатобар'єрні технології [5], зокрема озонування замість агресивного хлорування, ультрафіолетове опромінення як екологічно чистий метод дезінфекції, мембранні технології (ультрафільтрація, нанофільтрація), фільтри з активованого вугілля для видалення органічних сполук, біологічна фільтрація, а також багаторівневий контроль від джерела до споживача, що забезпечує значно вищу якість та безпечність питної води порівняно з українськими стандартами. Згідно з Environmental Performance Index 2022, найвищі показники якості води мають Швейцарія, Норвегія, Люксембург, Франція, Австрія, Німеччина та Швеція. Це забезпечується інтеграцією сучасних технологій та систематичними інвестиціями в інфраструктуру.

Український ДСанПіН 2.2.4-171-10 було розроблено з урахуванням європейських стандартів, що пояснює аналогію базових показників. Однак гармонізація має переважно формальний характер через відсутність контролю сучасних забруднювачів (PFAS, мікропластик), ризик-орієнтованого підходу до оцінки якості води, обов'язкового публічного моніторингу з відкритим доступом до даних, достатнього фінансування впровадження стандартів, сучасної лабораторної бази для повноцінного контролю, ефективних механізмів відповідальності за порушення норм, а також автоматизованих систем моніторингу в реальному часі.

Ключова проблема України – розрив між теоретичними нормативами та їх практичною реалізацією. Причини розриву, окрім зазначених вище, мають комплексний

характер: критична зношеність інфраструктури, пошкодження від військових дій, слабка координація між регуляторними органами та водоканалами, дефіцит кваліфікованих кадрів, застарілі лабораторні методики контролю, значні втрати води в мережах (40-50%), а також суттєва регіональна нерівномірність якості водопостачання між великими містами та сільською місцевістю.

Щодо перспектив модернізації українських систем водопостачання та покращення якості питної води до європейського рівня наша країна потребує суттєвих змін, що, на нашу думку, можуть бути реалізовані через міжнародну співпрацю (участь у європейських програмах водного партнерства, обмін досвідом з країнами Східної Європи, що вже пройшли модернізацію, залучення європейських експертів), через проведення системних власних наукових досліджень (поширення специфічних забруднювачів в українських водоймах, розробка власних технологій очищення, моніторинг впливу якості води на здоров'я населення, розробка спеціальних освітніх програм в університетах), з урахуванням соціальної складової (програми субсидування для малозабезпечених верств, громадський контроль якості води) та екологічних цілей (охорона водозборів та станцій водопідготовки, відновлення прибережних захисних смуг, зменшення обсягів промислових стічних вод).

У короткостроковій перспективі (1–3 роки) Україні потрібні комплексні кроки в інституційному, фінансовому, освітньому та організаційному напрямках. Йдеться про створення єдиного регулятора якості води, ухвалення національної стратегії водопостачання та завершення гармонізації законодавства з нормами ЄС. Фінансування має спиратися на міжнародні гранти й кредити та спеціалізований фонд модернізації. Необхідні програми перепідготовки персоналу водоканалів, підвищення кваліфікації лабораторій і просвітницькі кампанії для населення. Також важливі цифрові системи обліку, мобільні інструменти для фіксації проблем, плани реагування на надзвичайні ситуації, відкриті бази даних і посилений моніторинг зон ризику для оперативного контролю якості води.

У середньостроковій перспективі (3–7 років) пріоритетом має стати технічна модернізація та розвиток контролю якості води. Потрібно скоротити втрати у мережах через заміну аварійних ділянок, створити регіональні центри моніторингу, впровадити «розумні» лічильники та автоматизовані системи контролю, а також забезпечити відповідність лабораторій міжнародним стандартам. Тарифна політика має стимулювати інвестиції у модернізацію. Технологічні рішення включають багаторівневий захист джерел, оновлення мереж у великих містах, сучасні багатобар'єрні методи очищення та перехід від хлорування до екологічно безпечніших способів дезінфекції.

У довгостроковій перспективі (7–15 років) потрібна глибока трансформація системи водопостачання відповідно до принципів сталого розвитку. Ключовими є інтеграція у басейнове управління, створення стратегічних запасів води, розвиток альтернативних джерел через опріснення та збір дощової води. Важливо повністю цифровізувати систему за допомогою IoT-сенсорів та аналітики даних, а також упроваджувати принципи циркулярної економіки й заходи адаптації до кліматичних змін. Інфраструктурний розвиток передбачає заміну застарілих мереж, будівництво сучасних очисних споруд і застосування багатобар'єрного підходу на всіх етапах водопідготовки для стабільної якості питної води.

Література

1. Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council on the quality of water intended for human consumption. EUR-Lex. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj/eng>

2. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy (Water Framework Directive). EUR-Lex

3. European Environment Agency. European waters — assessment of status and pressures 2018. EEA Report No 7/2018. Luxembourg, 2018.

4. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання і водовідведення в Україні у 2023 році. Міністерство розвитку громад та територій України.

5. WHO Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda. Geneva: World Health Organization, 2022.

«ВПЛИВ КЛІМАТУ НА ВЕГЕТАЦІЙНИЙ ПЕРІОД РОСЛИН»

Кістрін А.В., учениця 10 класу, Кістрін І.С., учитель біології
*Михайлівський ліцей Новомиколаївської ОТГ Скадовського району
Херсонської області*

Сучасні зміни клімату є однією з найгостріших глобальних екологічних проблем. Потепління призводить до поширення небезпечних погодних явищ — повеней, ураганів, посух, злив, граду, а також до зростання екологічних та економічних збитків у світі. Підвищення середньої температури на планеті змінює природні процеси, порушує водний баланс і створює численні ризики для аграрного виробництва.

Протягом останніх десятиліть у світі спостерігається стійке зростання температури повітря, що безпосередньо впливає на вегетаційний період рослин. Вегетаційний період — це проміжок часу, протягом якого за сприятливих кліматичних умов відбувається ріст і розвиток рослин від моменту сходів до дозрівання. Його тривалість визначається сукупністю кліматичних факторів — температурою, кількістю опадів, вологістю, сонячною радіацією та вітром.

Температура є ключовим чинником, що визначає початок і завершення вегетаційного періоду. Зазвичай він розпочинається, коли середньодобова температура перевищує +5 °С, і закінчується при її зниженні до цього рівня. Підвищення температури призводить до подовження теплого сезону, що, з одного боку, сприяє розширенню площ під теплолюбні культури, а з іншого — збільшує ризики теплового стресу, висушування ґрунтів і зниження врожайності.

Зміни клімату зумовлюють також зміну структури опадів. У деяких регіонах фіксується нестача вологи, що призводить до посух, в інших — надлишок опадів і підтоплення ґрунтів. Недостатня кількість вологи скорочує тривалість вегетаційного періоду, тоді як надмірна — погіршує умови для розвитку кореневої системи та підвищує ризики грибкових хвороб.

Суттєвий вплив має і світловий режим. Кількість сонячного випромінювання визначає інтенсивність фотосинтезу, від якого залежить ріст рослин. У північних широтах через коротший світловий день вегетаційний період є коротшим, тоді як у південних регіонах він триваліший, що дає можливість отримувати кілька врожаїв на рік.

В умовах глобального потепління вегетаційний період у більшості регіонів світу подовжується. Проте одночасно з цим збільшується кількість екстремальних погодних явищ — посух, спеки, злив, які негативно впливають на стан рослин. Особливо небезпечним є тепловий стрес, що виникає при надмірно високих температурах. Він порушує процеси фотосинтезу, викликає зневоднення та зниження врожайності. У відповідь на стресові умови рослини змінюють фізіологічні процеси, скорочуючи або подовжуючи окремі фази розвитку.

В Україні підвищення середньорічної температури на 1–1,5 °С уже спричинило зміщення меж вирощування окремих культур. Теплолюбні рослини, як-от соняшник чи кукурудза, поширюються на північ, тоді як традиційні для південних регіонів культури зазнають посухи та теплових перевантажень. Одночасно з цим спостерігаються весняні

заморозки, які збігаються з періодом цвітіння плодкових культур і можуть знищувати врожай.

Таким чином, вплив змін клімату на вегетаційний період рослин є комплексним. З одного боку, подовження теплого сезону може створювати нові можливості для аграрного виробництва, а з іншого — супроводжується зростанням ризиків екстремальних погодних умов, що потребує адаптаційних заходів. До них належать: впровадження стійких до стресових умов сортів, оптимізація сівозмін, раціональне використання водних ресурсів і застосування технологій точного землеробства. Лише системний підхід до адаптації сільського господарства дасть змогу мінімізувати негативний вплив кліматичних змін і забезпечити стабільність аграрного виробництва в майбутньому.

Дослідження, проведене на двох видах рослин — пшениці та сої, — показало, що температурний режим відіграє вирішальну роль у формуванні тривалості вегетаційного періоду, темпів розвитку та продуктивності культур. За оптимальної температури обидві рослини рівномірно проходять усі фази росту, формують максимальну біомасу та забезпечують найвищу врожайність.

Підвищення температури на $+5^{\circ}\text{C}$ прискорює розвиток як пшениці, так і сої: усі фази вегетації скорочуються, що зменшує час для накопичення поживних речовин. У результаті біомаса і врожайність знижуються. Зниження температури на -5°C уповільнює проростання, цвітіння й дозрівання обох культур, що подовжує вегетаційний період, але водночас зменшує фотосинтетичну активність та негативно впливає на кінцеву продуктивність.

Отже, як для пшениці, так і для сої найкращі показники розвитку та врожайності спостерігаються за нормального температурного режиму. Екстремальні температурні умови — як підвищені, так і знижені — негативно впливають на ріст і формування врожаю. Результати дослідження підкреслюють необхідність адаптації агротехнологій до змін клімату та обґрунтованого вибору культур для забезпечення стабільної продуктивності.

Література

1. Кривошопка В. А. Кліматичні зміни та ризики при вирощуванні плодкових і ягідних культур в умовах північної частини Лісостепу України. В. А. Кривошопка, М. О. Бублик, О. І. Китаєв, В. В. Груша. Садівництво. 2016. Вип. 71. С. 130-139.

2. Сінченко В. М., Фурман П. В. Тривалість вегетаційного та міжфазних періодів росту і розвитку рослин квасолі звичайної залежно від технологічних заходів вирощування. Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2023. № 133 с. 113-121.

3. Оцінювання впливу змін клімату на продуктивність агроecosистем за супутниковими даними: рекомендації. О. Г. Тараріко, Т. В. Ільєнко, Т. Л. Кучма, О. А. Білокінь. Київ: Аграрна наука, 2021. 40 с

СУЧАСНІ ВИКЛИКИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ: ВІД КРИЗИ ДО РЕФОРМИ

Безрукова О. І, здобувач 4 курсу бакалаврату, гр. ПЕО-22д, Кравченко І.В., к.т.н.,
доцент, доцент кафедри хімічної інженерії та екології
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Управління відходами залишається однією з найгостріших екологічних проблем України. Щороку в країні утворюється близько 450 млн тонн відходів, з яких на переробку йде менше 10%. Станом на 2024 рік ситуація характеризується низкою критичних викликів: захоронення понад 90% побутових відходів на полігонах і звалищах, щорічне утворення близько 20 тисяч несанкціонованих звалищ, відсутність розвиненої інфраструктури для переробки та роздільного збирання відходів.

9 липня 2023 року набув чинності рамковий Закон України "Про управління відходами" (№ 2320-IX від 20.06.2022), який запустив довгоочікувану реформу сфери та наближає національне законодавство до стандартів ЄС. Закон запровадив:

- ієрархію управління відходами: запобігання утворенню → підготовка до повторного використання → рециклінг → інше відновлення → видалення;
- розширену відповідальність виробника для відходів упаковки, електронного обладнання, батарейок, транспортних засобів та інших категорій;
- систему багаторівневого планування на національному, регіональному та місцевому рівнях;
- посилені вимоги до ліцензування діяльності з управління небезпечними відходами.

У грудні 2024 року Кабінет Міністрів України затвердив Національний план управління відходами до 2033 року (розпорядження № 1353-р від 27.12.2024), який визначає стратегічні напрями розвитку сфери. Основні цілі плану полягають у охопленні населення для забезпечення послугами з управління побутовими відходами (щонайменше 85% населення до 2033 року), рециклінгу та повторному використанні, щоб досягти рівня 10% від маси побутових відходів до 2025 року з подальшим нарощуванням до 20% (2030 р.), 25% (2035 р.) і 35% (2040 р.); запровадженні роздільного збирання у населених пунктах зі щорічним збільшенням на 10% охоплення населення; зменшенні захоронення біовідходів на 10% до 2030 року та до 15% до 2033 року; досягненні рівня рециклінгу упаковки 45% за 5 років після введення в дію закону.

Наразі лише близько 30% населення країни охоплено роздільним збиранням відходів, і всього 8,24% побутових відходів потрапляє на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні лінії.

Критичною залишається ситуація з небезпечними відходами: відпрацьованими люмінесцентними лампами, батарейками, медичними відходами, пестицидами, електронним обладнанням. Більшість із близько 300 ліцензіатів, які отримали дозволи на поводження з небезпечними відходами, не мають відповідних технологій переробки, що призводить до несанкціонованого викидання відходів у лісопосадки та придорожні смуги.

Окремою проблемою є надмірне та безконтрольне використання пестицидів, включаючи ті, що заборонені в Європі. Державні органи не здійснюють належного контролю через відсутність атестованих лабораторій для моніторингу вмісту пестицидів у воді, ґрунтах та повітрі.

Внаслідок військових дій Україна зіткнулася з додатковою проблемою управління відходами руйнування. Станом на початок 2024 року в країні накопичено від 10 до 30 мільйонів тонн будівельних відходів. Неорганізоване зберігання цих матеріалів, включаючи небезпечні речовини, на тимчасових звалищах створює серйозні екологічні загрози. Це

потребує термінового впровадження технологій рециклінгу будівельного сміття для післявоєнного відновлення.

Але інфраструктура переробки відходів набуває розвитку. У 2023-2024 роках в Україні активізувалося будівництво сміттепереробних заводів: Перший приватний Житомирський завод (2023 р.) з потужністю 85 000 тонн відходів на рік, Львівський сміттепереробний завод (готовність 65% станом на липень 2024 року), заплановано будівництво заводів у Берегові, Полтаві, Лубнах, Кременчуці та інших містах.

На 55 полігонах функціонує система збирання фільтрату, на 18 полігонах експлуатуються когенераційні установки для виробництва енергії з біогазу.

Україна перебуває лише на початку переходу від моделі, що ґрунтується переважно на захороненні відходів, до принципів циркулярної економіки. Для успішної реалізації цієї трансформації потрібен системний підхід із чіткою координацією дій на національному, регіональному та місцевому рівнях, значні інвестиції у створення сучасної інфраструктури переробки, що передбачає будівництво понад двохсот нових підприємств, а також підвищення екологічної свідомості населення через інформаційно-просвітницькі кампанії. Не менш важливими є посилення контролю якості роботи ліцензіатів і впровадження найкращих доступних технологій, а також приділення особливої уваги належному поводженню з небезпечними відходами та відходами війни. Реформа системи управління відходами є не лише екологічною потребою, а й ключовою умовою євроінтеграції та сталого розвитку України.

ОГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ЛУГАНЩИНИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Зеленський М. М. здобувач 4 курсу бакалавріату, група ПЕО-22Д, Золотарьова О. В., к.пед.н., доцент кафедри хімічної інженерії та екології
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Проблема забезпечення населення Луганської області якісною питною водою в сучасних умовах є однією з найгостріших екологічних та гуманітарних викликів в Україні. Руйнування водопровідно-каналізаційних мереж, пошкодження очисних споруд та забруднення джерел водопостачання призвели до часткової або повної зупинки централізованого водопостачання в низці населених пунктів. Це створює серйозні ризики для якості, безпечності та доступності води для місцевого населення.

Унаслідок скорочення централізованого постачання зростає залежність громад від локальних джерел – підземних водоносних горизонтів, колодязів, природних джерел, привізної або бутильованої води. Такі зміни вимагають переосмислення підходів до управління водними ресурсами та розвитку децентралізованих систем водопостачання, здатних автономно функціонувати за умов надзвичайних ситуацій.

Через воєнні дії та зруйновану інфраструктуру багато населених пунктів області втратили доступ до централізованого водопостачання. Наявні водоочисні споруди та водогони зазнали пошкоджень, що призвело до дефіциту питної води. Водночас, через деградацію водних ресурсів і зміну клімату, знижується рівень поверхневих вод, що загострює водну кризу.

Основними викликами для регіону є:

1. Зниження гарантованості централізованого постачання через руйнування мереж.
2. Обмежена доступність захищених підземних горизонтів та недостатній моніторинг їхньої якості.
3. Необхідність локальних автономних систем очищення і забезпечення резервного постачання за умов перебоїв з енергоживленням.

Аналіз літератури показує, що найбільш перспективними альтернативними джерелами для Луганської області є:

— артезіанські свердловини – забезпечують стабільний гідрохімічний склад і природний захист від поверхневих забруднень, однак потребують значних капіталовкладень.

— колодязі та природні джерела (родники) – доступні, проте вимагають санітарної охорони, фільтрації та регулярного знезараження.

— дощова вода — екологічно безпечна та автономна, але потребує систем збору, фільтрації та ультрафіолетової дезінфекції.

— утильована або привізана вода – резервне джерело під час кризових ситуацій, хоча її використання обмежене логістикою та ціною.

Для підвищення стійкості водопостачання Луганської області доцільно реалізувати комплекс заходів:

Картографування водоносних горизонтів і моніторинг їхнього стану за хімічними та мікробіологічними показниками.

Впровадження локальних систем очищення для альтернативних джерел (фільтрація, знезараження).

Створення автономних систем водопостачання, що включають свердловини, резервуари та альтернативне енергоживлення.

Формування нормативно-правової бази й тарифної моделі, яка враховуватиме експлуатацію таких систем; зокрема, Україна має політику у сфері водопостачання та водовідведення, яка ще потребує посилення .

Таблиця 1– Порівняння альтернативних джерел питного водопостачання Луганщини

Джерело	Переваги	Недоліки	Рекомендації
Артезіанські свердловини	Захищені від забруднення, стабільний склад	Висока вартість буріння	Регулярний моніторинг якості
Колодязі	Доступність, простота експлуатації	Мікробіологічне забруднення	Доочищення, знезараження
Родники	Природна якість, популярність	Сезонні зміни, можливе забруднення	Фільтрація, санітарна охорона
Дощова вода	Автономність, екологічність	Потребує очищення	Системи збору й UV-дезінфекції
Бутильована вода	Висока якість	Вартість, логістика	Використання як резерву

В Україні вже реалізуються рішення, спрямовані на стабілізацію водопостачання у кризових регіонах: мобільні станції очищення, відновлення свердловин, гуманітарне забезпечення привізною водою, системи збору дощової води. Для Луганщини така модель має особливе значення через ізольованість територій і пошкоджену інфраструктуру.

Аналітичний огляд засвідчує, що для Луганської області в умовах війни, найбільш доцільним є комбінований підхід, який передбачає поєднання централізованого водопостачання з альтернативними джерелами – артезіанськими свердловинами, колодязями, родниками, дощовою та бутильованою водою.

Така стратегія підвищує водну безпеку, зменшує залежність від централізованих мереж і забезпечує стійкість водопостачання навіть у надзвичайних умовах.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ УКРАЇНИ У ВИРОЩУВАННІ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ТА НА ЕКСПОРТ

Харківський А.В., гр. асп-263-24, Захарова О. І., к.х.н., доцент кафедри хімічної інженерії та екології

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність. У контексті глобального зростання попиту на натуральні фармацевтичні та косметичні засоби, вирощування лікарських рослин набуває стратегічного значення. Україна, маючи сприятливі кліматичні умови, родючі ґрунти та багаті традиції фітотерапії, володіє значним потенціалом для розвитку цієї галузі. В умовах імпортозаміщення та пошуку нових експортних ніш, лікарські рослини можуть стати джерелом стабільного доходу для аграрного сектору та фармацевтичної промисловості.

Мета дослідження - оцінити потенціал України у вирощуванні лікарських рослин для забезпечення внутрішніх потреб та формування конкурентоспроможного експортного продукту. Визначити ключові культури, економічну доцільність та бар'єри розвитку галузі.

Об'єктом дослідження є лікарські рослини, що вирощуються або можуть вирощуватись на території України з метою використання у фармацевтичній, косметичній та харчовій промисловості. Основна увага приділяється таким культурам, як ромашка аптечна, м'ята перцева, календула лікарська, ехінацея пурпурова, лаванда та шавлія.

У дослідженні ми використовували комплексний підхід, що включає: аналіз статистичних даних Державної служби статистики України та профільних інститутів НАН щодо площ вирощування та врожайності лікарських культур, огляд наукових публікацій та аналітичних матеріалів, порівняльний аналіз культур за критеріями: покриття внутрішнього попиту, експортний потенціал, економічна рентабельність, бар'єри входу на ринки.

За даними Інституту зрошувального землеробства НАН України [1], рентабельність вирощування лікарських рослин може сягати 122% (наприклад, кропива на третій рік вегетації). У публікаціях журналу "Агробізнес сьогодні" [2] та "Фармацевтичний огляд" [3] зазначено, що середньорічний обсяг експорту лікарських рослин з України становить близько 3 тис. тон, основними ринками є Польща, Німеччина, Великобританія та Латвія. У таблиці нижче наведені дані по експортним можливостям покриттю внутрішніх потреб фармацевтичних підприємств основних лікарських рослин України:

Рослина	Покриття внутрішнього попиту	Експортні можливості	Основні ринки	Коментар
Ромашка лікарська	~70-80% (дефіцит у фармацевтиці)	високий попит на сушені квіти й екстракти	ЄС (Німеччина, Польща), Великобританія	базова культура, легко стандартизувати
Календула	~90% (надлишки можливі)	стабільний попит у фармації та косметиці	ЄС, Балтія	може формувати експортні надлишки
Ехінацея пурпурова	~40-50% (дефіцит нутрицевтиків)	високий попит на екстракти	США, ЄС	потребує контролю якості діючих речовин
М'ята перцева	~80% (дефіцит ефірної олії)	попит на сушене листя та олію	ЄС, Близький Схід	універсальна культура, конкуренція з Індією
Лаванда	~20-30% (внутрішній попит майже не покривається)	висока маржинальність ефірної олії	Франція, Італія, Близький Схід	потребує зрошення та стандартизації

Шавлія лікарська	~50-60%	попит у фармації та харчовій промисловості	ЄС, США	контроль мікробіологічної чистоти
------------------	---------	--	---------	-----------------------------------

Наукові роботи [4, 5] підкреслюють важливість сертифікації продукції для виходу на ринки ЄС, а також потребу в розвитку інфраструктури для переробки та стандартизації. У дослідженнях екологічного напрямку [6] акцентується на зростанні попиту на органічні лікарські рослини, що відкриває нові можливості для України як експортера.

Результати дослідження свідчать, що базові культури (ромашка, календула, м'ята) є перспективними для розвитку і майже повністю покривають внутрішній попит, тоді як спеціалізовані (ехінацея, лаванда, шавлія) мають дефіцит 40-70%; рентабельність вирощування окремих культур сягає понад 100% (наприклад, кропива дводомна на третій рік вегетації - до 122%) [1]; попит на органічні лікарські рослини зростає, що відкриває нові можливості для України як експортера преміум-сировини [6]. Середньорічний обсяг експорту лікарських рослин з України становить близько 3 тис. тон, основні ринки – країни Східної та Центральної Європи, а також Великобританія [2, 3]. Ключовими питаннями, що потребують уваги, залишаються сертифікація продукції для ЄС, конкуренція з великими виробниками (Індія, Китай, Єгипет), недостатня інфраструктура переробки та стандартизації [4, 5].

Висновки. Україна має всі передумови для розвитку галузі лікарського рослинництва: сприятливі природні умови, наукову базу, внутрішній попит та експортний потенціал. Найперспективнішими культурами є ромашка, м'ята, календула, валеріана, кропива та шавлія. Водночас дефіцит ехінацеї, розторопші та лаванди на внутрішньому ринку створює можливості для інвестицій та розширення виробництва. Основними викликами залишаються сертифікація, конкуренція з великими виробниками (Індія, Китай) та недостатня інфраструктура. Ніша лікарських рослин в Україні загалом вузька: дослідження відзначають [7], що вирощування лікарських культур охоплює невелику кількість господарств і залишається недорозвиненим. В той же час, за умови державної підтримки, розвитку переробної інфраструктури та дотримання стандартів сертифікації, експортний обсяг може зрости з нинішніх 3 тис. тон до 5-6 тис. тон, що дозволить Україні стати регіональним лідером у вирощуванні лікарських рослин.

Література

1. Інститут зрошуваного землеробства НАН України. Аналітичні матеріали. – 2023. URL: <https://iza-naan.gov.ua/analytics2023>
2. Агробізнес сьогодні. – №4. – 2024. – URL: <https://agro-business.com/issue4-2024>
3. Фармацевтичний огляд. – №2. – 2025. – URL: <https://pharma-review.com/issue2-2025>
4. Ковальчук О. Експортний потенціал лікарських рослин України. – 2021. URL: <https://library.gov.ua/kovalchuk2021>
5. Гуменюк І. Сертифікація лікарської сировини для ЄС. – 2023. – URL: <https://certification-ua.org/humeniuk2023>
6. Зелениук Л. Органічне рослинництво: перспективи для України. – 2022. URL: <https://organic-ua.com/zeleniuk2022>
7. Мірзоева Т.В. Аналіз сучасного стану виробництва лікарських рослин в Україні // Приазовський економічний вісник. – 2021. – Вип. 57. – Серія: Економіка та управління національним господарством. – УДК 631.15:633.88(477). URL: <https://pev.kpu.zp.ua/journal/issue57/mirzoeva.pdf>

ЕКОЛОГІЧНІ АЛЬТЕРНАТИВИ ПЛАСТИКУ В УКРАЇНІ

Безрукова О. І, здобувачка 4 курсу бакалавріату група ПЕО-22д, Золотарьова О. В.,
к.пед.н., доцент кафедри хімічної інженерії та екології
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Половина пластику, який ми використовуємо щорічно, припадає на одноразові речі, як от пакування або соломинки для напоїв. Тривалість «життя» таких одноразових предметів становить у середньому від 12 до 15 хвилин. А розкладається пластик від 400 до 1000 років.

Як споживачі ми здатні вплинути на виробників, інакше інвестуючи свої гроші. Тож чому б не направити нашу купівельну силу на благо довкілля та океанам?

Роблячи невеликі кроки щодня, ми можемо сприяти захисту природи.

Пластик оточує нас всюди: від пляшок із безалкогольними напоями до шампунів та одноразового посуду для їжі на винос. Більша частина щоденних покупок це вироби з пластику, що негативно впливають на екологію України та світу.

Відмовитись від пластику повністю складно, але сьогодні доступно багато екологічних альтернатив: від багаторазових пляшок до упаковок із біоматеріалів. Завдяки цьому можна значно скоротити кількість пластикових відходів і зменшити шкоду навколишньому середовищу.

Звісно, проблему пластикового забруднення не вирішити миттєво. Але впроваджуючи поступові зміни у повсякденному житті, обираючи екологічні альтернативи, кожен українець робить свій внесок у збереження природи.

Ефективні альтернативи пластику для зменшення відходів в Україні

Існує багато доступних та екологічних заміників пластику, які легко знайти, використовувати у побуті та які допомагають скоротити вплив на довкілля.

Скляні контейнери

Скло є екологічною альтернативою пластику, що піддається перероблюванню без втрати якості. В Україні все більше продуктів продають у скляній тарі – це можуть бути банки з-під варення, меду, овочевих закруток або соусів. Після використання банки можна багаторазово застосовувати для зберігання домашніх продуктів, круп, залишків їжі або напоїв.

Нержавіюча сталь

Нержавіюча сталь – міцний матеріал, який легко мити та не вбирає запахи, тому підходить для багаторазового посуду, пляшок для води, ланч-боксів та навіть кухонних аксесуарів. В Україні такі вироби стають дедалі популярнішими серед прихильників екологічного стилю життя.

Бамбук

Бамбук відомий як стійкий і екологічний ресурс, що швидко відновлюється. У побуті в Україні бамбукові вироби – це альтернативи одноразовому пластику: соломинки для напоїв, зубні щітки, кухонний посуд і рушники, які повністю розкладаються в природі.

Папір

Папір є компостованим матеріалом, який можна переробляти кілька разів без втрати властивостей. В Україні все частіше виробники використовують паперову упаковку замість пластику – це зменшує кількість відходів і сприяє більшій екологічній свідомості споживачів.

Тканинні сумки з натуральних волокон

Заміна пластикових пакетів на сумки з органічної бавовни, конопель або льону це простий і дієвий спосіб знизити пластикове навантаження. Натуральні волокна не виділяють мікропластик під час прання та є повністю біорозкладними.

Дерев'яні вироби

Дерево – відновлюваний матеріал, який широко застосовується в кухонному посуді та побуті. В Україні популярні дерев'яні ложки, виделки, обробні дошки, щітки та прищіпки, що замінюють пластикові аналоги та мають тривалий термін служби.

Кераміка та гончарні вироби

Керамічний посуд та місткості для зберігання продуктів – це багаторазові, водонепроникні й безпечні для здоров'я варіанти. Вони ідеально підходять для домашнього використання, зберігаючи екологічність і надаючи кухні особливого стилю.

Альтернативи пластиковим виробам

Існує багато зручних і практичних замінників пластику. Ось кілька предметів, які допоможуть вам зменшити кількість пластикових відходів у побуті.

Одяг та аксесуари

Гумові шльопанці

Більшість таких виробів потрапляють на сміттєзвалища і розкладаються дуже довго, завдаючи шкоди довкіллю. В Україні з'являються сандалі з конопель це екологічна альтернатива, що швидко відновлюється і біо розкладається без негативного впливу на природу.

Пластикові сонцезахисні окуляри

Замініть звичайні пластикові окуляри на екологічні, виготовлені з бамбука, корка або переробленої деревини. Такі моделі є легкими, міцними й сприяють зменшенню пластикового забруднення.

Екологічні купальники

Відмовтеся від синтетичних тканин на користь купальників із перероблених матеріалів. В Україні та за кордоном з'являються бренди, що пропонують стильний і довговічний одяг, який відповідає принципам сталого розвитку.

Альтернативи для кухні

Існує кілька практичних замінників пластику, які допоможуть зробити вашу кухню більш екологічною та зменшити кількість відходів.

Пластикові пакети

Замість одноразових пластикових пакетів використовуйте багаторазові пакети для снєків. Наприклад, пакети які не містять свинцю, ПВХ, ВРА, фталатів та вінілу – це безпечний і довговічний варіант для зберігання продуктів.

Зменшення використання пластику – це важливий крок для збереження навколишнього середовища і здоров'я людей в Україні. Впровадження простих змін у повсякденному житті – від багаторазових контейнерів і сумок до відповідального сортування відходів – допомагає значно знизити пластикове забруднення. Колективні дії та усвідомлений вибір кожного з нас сприяють формуванню сталого способу життя і збереженню природних ресурсів для майбутніх поколінь.

ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ У ВІДНОВЛЕННІ ДЕГРАДОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ

Майстренко-Дудковська Я.А. здобувачка 4 курсу бакалавріату, група ПЕО-22д,
Золотарьова О. В., к.пед.н., доцент кафедри хімічної інженерії та екології
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

У сучасних умовах інтенсивного антропогенного навантаження проблема деградації земель набуває глобального характеру. Втрата родючості, ерозія, засолення, забруднення важкими металами та пестицидами призводять до зниження продуктивності агроландшафтів і погіршення стану довкілля. Біотехнологічні підходи розглядаються як ефективний інструмент екологічної реабілітації земель, оскільки базуються на використанні природних біологічних процесів і живих організмів для відновлення екосистемного балансу.

Успішність цих біокорекційних заходів критично залежить від регіональної специфіки ґрунту та необхідності підбору високоактивних штамів, що обґрунтовує актуальність подальших детальних досліджень.

Мета дослідження – проаналізувати сучасні біотехнологічні методи, що застосовуються для рекультивації деградованих земель, та оцінити їх екологічну і господарську ефективність.

Одним із провідних напрямів біотехнологічної рекультивації є фіторемедіація – використання рослин для вилучення або нейтралізації токсичних речовин у ґрунті. Такі види, як *Brassica juncea* (гірчиця сарептська), *Helianthus annuus* (соняшник) та *Populus nigra* (тополя чорна), демонструють високу здатність до акумуляції важких металів (Cd, Pb, Zn). Фіторемедіація є екологічно безпечною технологією, що сприяє не лише очищенню, а й покращенню структури ґрунту.

Іншим напрямом є мікоризація – введення у ґрунт мікоризних грибів, які утворюють симбіоз із кореневою системою рослин. Завдяки цьому підвищується доступність поживних речовин, покращується стійкість рослин до засолення, посухи та токсичних сполук. Дослідження показують, що використання мікоризних інокулянтів під час рекультивації техногенно порушених територій може підвищити вміст гумусу та біологічну активність ґрунту на 25–40 %.

Значну увагу приділяють бактеріальним препаратам, зокрема *Azotobacter*, *Rhizobium* і *Bacillus subtilis*, які стимулюють азотфіксацію, продукують фітогормони та покращують структуру ґрунту. Біопрепарати на їх основі використовуються під час рекультивації кар'єрів, звалищ, полігонів промислових відходів.

Ефективним доповненням є біокомпости та вермітехнології, що базуються на діяльності дощових черв'яків (*Eisenia fetida*). Утворений біогумус відновлює мікрофлору, структуру та родючість ґрунту, одночасно зменшуючи токсичність важких металів.

Застосування біотехнологій дає змогу перейти від традиційної технічної рекультивації до екологічно збалансованої біорекультивації, яка сприяє формуванню стійких біоценозів, підвищенню біорізноманіття та довготривалому відновленню екосистемних функцій.

Отже, біотехнології є перспективним напрямом у відновленні деградованих земель, оскільки поєднують екологічну безпечність, економічну доцільність і здатність забезпечувати довготривалий ефект відновлення природних процесів. Використання фіторемедіації, мікоризації, бактеріальних інокулянтів і вермікомпостів дозволяє не лише очистити та структурно покращити ґрунт, а й сформуванню умов для повернення біологічної активності. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оптимізацію поєднання різних біотехнологічних методів та розробку моделей сталого управління деградованими територіями.

ВІДНОВЛЕННЯ ЕНЕРГЕТИКИ ЯК КЛЮЧ ДО ЗМЕНШЕННЯ ЗМІН КЛІМАТУ

Лістрова Д.С. здобувачка 4 курсу бакалавріату, група ПЕО-22Д, Золотарьова О. В.,

к.пед.н., доцент кафедри хімічної інженерії та екології

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Сучасний стан довкілля свідчить про те, що зміни клімату набувають дедалі більшого масштабу та стають серйозною загрозою для людства. Основною причиною глобального потепління є надмірні викиди парникових газів, зокрема вуглекислого газу, який утворюється під час спалювання викопних видів палива – вугілля, нафти та природного газу. У зв'язку з цим світова спільнота дедалі активніше звертається до альтернативних, відновлюваних джерел енергії, як-от сонячна, вітрова, геотермальна та гідроенергетика.

Відновлювана енергетика має низку переваг, головна з яких — екологічність. Під час виробництва електроенергії з цих джерел майже не утворюються шкідливі викиди, що дає змогу суттєво зменшити вплив на атмосферу. Сонячні панелі та вітрові турбіни працюють без спалювання палива, а отже, не утворюють парникових газів. Завдяки цьому країни, що активно впроваджують «зелені» технології, значно скорочують свій вуглецевий слід.

Важливою рисою відновлюваної енергетики є її невичерпність. На відміну від викопних ресурсів, які можуть вичерпатися вже протягом найближчих десятиліть, сонячне світло та вітер залишатимуться доступними практично без обмежень. Це робить зелену енергетику не лише екологічною, а й стратегічно вигідною для енергетичної безпеки держав. Крім того, розвиток цього сектору сприяє створенню нових робочих місць, стимулює наукові дослідження та технологічні інновації.

З меншим впливом на довкілля пов'язана ще одна перевага – можливість забезпечення енергією віддалених регіонів. Сонячні електростанції та компактні вітрові установки можна розміщувати у місцях, де прокладання традиційних електромереж є складним або економічно не вигідним. Таким чином, відновлювані джерела сприяють підвищенню доступності енергії для населення.

Разом з тим, слід зазначити, що відновлювана енергетика має певні обмеження. Серед них – залежність від погодних умов та нерівномірність виробництва електроенергії. Проте розвиток систем накопичення енергії, гнучких мереж та комбінованих електростанцій дозволяє ефективно вирішувати ці проблеми.

Отже, відновлювана енергетика є одним із ключових елементів боротьби зі змінами клімату. Вона дає можливість замінити забруднювальні викопні ресурси, сприяє зменшенню викидів парникових газів та забезпечує стійкий розвиток енергетичної системи. Саме тому перехід на чисті джерела енергії є необхідним кроком для збереження стабільного клімату та майбутнього нашої планети.

Крім екологічних та економічних переваг, розвиток відновлюваної енергетики сприяє зміцненню енергетичної незалежності держав. Країни, які мають обмежені запаси викопного палива або змушені імпортувати його, отримують можливість забезпечувати себе енергією з власних природних ресурсів – сонця, вітру, води. Це значно зменшує залежність від зовнішніх постачальників, стабілізує енергетичний ринок та робить державу стійкішою до економічних і політичних криз.

Суттєву роль відіграє і той факт, що інвестиції у відновлювану енергетику стають дедалі вигіднішими. За останні роки технології виробництва сонячних панелей і вітрових турбін значно подешевшали, що зробило «зелену» енергію конкурентною з традиційними джерелами. У багатьох країнах світу будівництво нових об'єктів відновлюваної енергетики вже обходиться дешевше, ніж запуск нових вугільних або газових електростанцій. Така тенденція стимулює бізнес і держави вкладати кошти у розвиток екологічно чистих технологій.

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ВИКОРИСТАННЯ НІТРАТУ КАЛІЮ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Невмирич З. Д., здобувачка 4 курсу бакалавріату, ХТ-22д, Золотарьова О. В., к.пед.н., доцент кафедри хімічної інженерії та екології

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Нітрат калію (KNO_3) – це неорганічна сполука, що належить до групи концентрованих мінеральних добрив, у складі якої міститься близько 13% азоту у нітратній формі та 46% калію у вигляді оксиду. За фізико-хімічними властивостями нітрат калію є безбарвною або білою кристалічною речовиною, добре розчинною у воді, зі слабко ендотермічним ефектом розчинення. Його розчинність підвищується із зростанням температури, що зумовлює зручність застосування у системах зрошення. На відміну від багатьох калійних солей, нітрат калію не містить хлоридів, тому не спричиняє засолення ґрунтів і може використовуватися для культур, чутливих до хлору.

У сучасному землеробстві нітрат калію використовується як високоефективне добриво для овочевих, плодкових, технічних і декоративних культур. Він поєднує властивості азотного та калійного живлення, що сприяє підвищенню продуктивності рослин, поліпшенню забарвлення, смакових якостей і лежкості врожаю. Азот у складі KNO_3 представлений у нітратній формі (NO_3^-), яка швидко поглинається кореневою системою, не потребує попереднього мінералізаційного перетворення. Калій, у свою чергу, активує ферментативні процеси, регулює водний баланс, підвищує стійкість рослин до посухи та низьких температур. Поєднання цих двох елементів у доступній формі робить нітрат калію універсальним добривом для інтенсивного вирощування культур у відкритому та закритому ґрунті.

Водночас широке застосування нітрату калію у великих кількостях спричиняє низку екологічних проблем. Найбільш значущим є процес нітратного забруднення, який полягає у вимиванні надлишкових іонів NO_3^- із орного шару ґрунту в підґрунті та поверхневій воді. Унаслідок цього у водоймах відбувається накопичення біогенних елементів, що провокує евтрофікацію – масовий розвиток фітопланктону та водоростей, зменшення вмісту розчиненого кисню, порушення природного біоценотичного балансу. У тривалій перспективі це може призвести до деградації водних екосистем, зниження біорізноманіття та погіршення якості води.

Підвищення концентрації нітратів у питній воді становить небезпеку і для людини. Потрапляючи в організм, нітрати можуть частково відновлюватися до нітритів, що взаємодіють із гемоглобіном, утворюючи метгемоглобін, який не здатний переносити кисень. Надлишок нітритів сприяє також утворенню нітрозосполук, що мають канцерогенні властивості. Саме тому у багатьох країнах суворо регламентується гранично допустимий вміст нітратів у ґрунті, воді та рослинній продукції.

Окрім прямого забруднення водних об'єктів, надмірне використання мінеральних добрив може спричинити зміни фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Тривале внесення великих доз нітрату калію без урахування потреб рослин призводить до порушення кислотно-лужної рівноваги, вимивання кальцію та магнію, зниження біологічної активності ґрунтових мікроорганізмів. Це, своєю чергою, зменшує родючість і стійкість агроекосистем до зовнішніх чинників.

Екологічно безпечне застосування нітрату калію потребує впровадження науково обґрунтованих систем удобрення. Оптимальним підходом вважається комбінування традиційних агротехнічних методів із сучасними технологіями точного землеробства. Використання систем моніторингу складу ґрунту, вологості та вмісту поживних речовин дає змогу визначати необхідну кількість KNO_3 з урахуванням фаз розвитку культури, типу

грунту та кліматичних умов. Ефективною є також практика фертигації – внесення розчину добрив разом із водою під час зрошення, що дозволяє рівномірно розподіляти поживні речовини та уникати надлишкового вимивання.

Серед сучасних екологічно орієнтованих підходів до використання нітрату калію варто відзначити розробку добрив із контрольованим вивільненням, які забезпечують поступове надходження азоту й калію протягом тривалого часу. Це знижує ризик втрат поживних елементів у довкілля та підвищує коефіцієнт їх засвоєння рослинами. Перспективним напрямом є застосування стабілізаторів азоту та інгібіторів нітрифікації, що сповільнюють мікробіологічне окиснення амонійних сполук і тим самим зменшують утворення нітратів у ґрунті.

Зростання інтересу до екологічно збалансованого землеробства стимулює пошук альтернативних методів підживлення, зокрема використання біодобрив і мікробних препаратів, які здатні фіксувати атмосферний азот та покращувати доступність калію. Поєднання таких біологічних засобів із помірними дозами мінеральних добрив дає змогу досягати високої врожайності без надмірного техногенного навантаження. У перспективі розвиток комплексних агроекологічних систем дозволить забезпечити стабільне виробництво сільськогосподарської продукції із мінімальним ризиком нітратного забруднення.

ДИКОРОСЛІ ТА КУЛЬТИВОВАНІ ЛІКАРСЬКІ РОСЛИНИ УКРАЇНИ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Захарова Ю. І., гр. ГР-24дм, Захарова О. І., к.х.н., доцент кафедри хімічної інженерії та екології

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність. У контексті глобального зростання попиту на натуральні фармацевтичні та косметичні засоби, вирощування лікарських рослин набуває стратегічного значення. Україна, маючи сприятливі кліматичні умови, родючі ґрунти та багаті традиції фітотерапії, володіє значним потенціалом для розвитку цієї галузі. В умовах Актуальність. В Україні нараховується понад 2200 видів лікарських рослин [1, 2], з яких близько 90% - дикорослі [3]. Вони зосереджені в Карпатах, Поліссі та Лісостепу, але їхні реальні збори скорочуються через екологічні зміни та зростаючий попит на фітопрепарати, натуральну косметику та функціональні продукти харчування. Використання дикорослих ресурсів у цих сферах призводить до виснаження популяцій та занесення окремих видів рослин до Червоної книги. Водночас вирощування лікарських культур у спеціалізованих господарствах (валеріана, м'ята, ромашка, ехінацея тощо) набирає перспективу, особливо у тих регіонах, де є сприятливі умови для інтенсивного виробництва. Культивування лікарських рослин є перспективним напрямком, що забезпечує стабільну якість, контрольовані обсяги та експортний потенціал [4, 5].

Метою нашого дослідження є аналіз сучасного стану використання дикорослих та культивованих лікарських рослин в Україні; застосування та перспективи розвитку культивованих культур.

У якості методів дослідження ми використовували порівняльний аналіз літературних джерел та статистичних даних; регіональний огляд вирощування лікарських культур; оцінку експортного потенціалу та внутрішнього ринку; узагальнення практичних рекомендацій для збереження біорізноманіття та розвитку галузі.

Об'єктом дослідження є лікарські рослини України - як дикорослі, так і культивовані, їх біологічні ресурси, регіональні особливості розширення та вирощування, а також

економічний і практичний потенціал використання у фармацевтиці, харчовій та косметичній промисловості.

Дикорослі лікарських рослин України зосереджені переважно в Карпатах, Поліссі та Лісостепу. Кожен регіон має свої характерні види (таблиця 1, [3]).

Таблиця 1 – Дикорослі лікарські рослини України

Регіон	Види лікарських рослин	Особливості поширення	Загрози/проблеми
Карпати	Арніка гірська (<i>Arnica montana</i>), тирлич жовтий (<i>Gentiana lutea</i>), чорниця (<i>Vaccinium myrtillus</i>), брусниця (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)	Гірські екосистеми, високогірні луки та ліси	Надмірний збір, багато видів у Червоній книзі
Полісся	Журавлина болотна (<i>Vaccinium oxycoccos</i>), багно болотне (<i>Ledum palustre</i>), хвощ польовий (<i>Equisetum arvense</i>), верес (<i>Calluna vulgaris</i>)	Болотні та лісові масиви, кислі підстави	Високий попит на ягоди, ризик виснаження ресурсів
Лісостеп	Ромашка лікарська (<i>Matricaria chamomilla</i>), деревій (<i>Achillea millefolium</i>), подорожник (<i>Plantago major</i>), мати-й-мачуха (<i>Tussilago farfara</i>)	Найбільш доступні угіддя для збору	Інтенсивне заготівля, неконтрольоване використання
Степ	Полин гіркий (<i>Artemisia absinthium</i>), солодка гола (<i>Glycyrrhiza glabra</i>), кермек (<i>Limonium gmelinii</i>)	Сухі степові екосистеми, солончаки	Змінення площі через розорювання та кліматичні зміни

Дикороси не покривають потреби України в лікарській сировині. Офіційно в Україні заготовлюється лише 60-70 видів дикорослих лікарських рослин [1]. Це пов'язано з низкою причин: зміни та нестабільність кліматичних умов, неконтрольований надмірний збір – все це призводить до руйнування природних екосистем та зникненню окремих видів рослин. Також для дикорослих лікарських рослин є складнощі з сертифікацією та стандартизацією.

Таким чином, для покриття потреб власної фармацевтичної промисловості та для розвитку експортного потенціалу доцільно розглянути переваги культивованих лікарських рослин та перспективи цього напрямку.

Вирощування культивованих лікарських рослин забезпечує стабільну врожайність та стандарти якості незалежно від природних коливань, але й дає можливості для використання сучасних технологій вирощування, сушіння, зберігання та переробки; сприяє збереженню природного різноманіття; дозволяє формувати кластерні виробництва з орієнтацією на зовнішні ринки [4,5].

Україна має сприятливі обґрунтовано-кліматичні умови для вирощування м'яти, валеріани, ромашки, ехінацеї. Вирощування у відкритому ґрунті застосовується для масових посівів і промислових партій (ромашка, м'ята, валеріана); вирощування у теплицях застосовується для вирощування розсади лікарських рослин, отримання ранньої продукції та контролю якості (ехінацея, календула, меліса) (таблиця 2).

На сьогодні в Україні вирощування лікарських рослин стає окремим сегментом агробізнесу. Каталог компаній України в категорії «Вирощування лікарських рослин» містить дані про реєстрацію понад 240 компаній та ФОП [6], найбільші підприємства зосереджені у Лісостепу та Степу, де вирощують ромашку, м'яту, ехінацею, фенхель. За даними [7] рентабельність таких агропідприємств складає від 29% до 122% залежно від культури та років вегетації.

Найбільшим виробником лікарських рослин в Україні є ТОВ «Агрофіт». Ця компанія є ексклюзивним постачальником м'яти перцевої, меліси, алтею, чабрецю, шавлії, подорожнику, пустирнику, лофанту анісового та інших рослин для багатьох українських підприємств фармацевтичної, харчової та парфумерної промисловості.

Таблиця 2 – Культивовані лікарські рослини України

Регіон України	Основні культури	Відкритий ґрунт	Теплиці
Полтавщина, Київщина, Вінниччина	М'ята перцева (<i>Mentha piperita</i>)	Великі плантації для ефіроолійної промисловості	Розсада та ранні партії для стабільного постачання
Черкащина, Херсонщина	Валеріана лікарська (<i>Valeriana officinalis</i>)	Поля з багаторічними насадженнями	Контрольоване вирощування для фармацевтичних потреб
Поділля, Лісостеп	Ромашка лікарська (<i>Matricaria chamomilla</i>)	Масові позиви у відкритому обґрунтуванні	Можливе вирощування для отримання ранньої сировини
Лісостеп і Степ	Ехінацея пурпурова (<i>Echinacea purpurea</i>), календула (<i>Calendula officinalis</i>), шавлія (<i>Salvia officinalis</i>), фенхель (<i>Foeniculum vulgare</i>)	Основні площі під експортні партії	Тепличне вирощування для розсади та контролю якості
Закарпаття, Карпати	Меліса (<i>Melissa officinalis</i>), чебрець (<i>Thymus vulgaris</i>)	Традиційні ділянки у відкритому обґрунтуванні	Теплиці для отримання ефіроолійної сировини взимку
Полісся	Журавлина (<i>Vaccinium oxycoccos</i>), лікарські трави	Плантації на кислих підставах	Використання теплиць для саджанців та ягід у контрольованих умовах

Висновки. Дикороси є цінним природним ресурсом, але їхні запаси обмежені, якість нестабільна, а заготівля часто неконтрольована. Вони не можуть повністю забезпечити потреби фармацевтичної та харчової промисловості, тому культивовані лікарські рослини є стратегічним напрямком для України: вони дають стабільну врожайність, відповідають стандартам якості, мають високий експортний потенціал і знижують тиск на природні екосистеми. Підприємства та фермерські господарства, які вже активно працюють у цій сфері, що підтверджує реальність і перспективність галузі. Об'єднання охорони дикоросів із розвитком культивованих культур є оптимальною стратегією сучасної України, що забезпечує і внутрішній ринок, і експортні можливості.

Література

1. Лікарські рослини України // Land.kiev.ua . – Режим доступу: <https://land.kiev.ua/plants/>
2. Лікарські рослини України // Енциклопедія сучасної України. – Режим доступу: <https://www.esu.com.ua/article-55467>
3. Список дикорослих корисних рослин України // Вікіпедія . – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
4. Вожегова Р.А., Лиховид П.В., Біляєва І.М. Сучасний стан, перспективи та напрями розвитку виробництва лікарських рослин в Україні // Агробіологія. - 2020. - №1. - С.45-52.
5. Мірзоєва Т.В. Аналіз сучасного стану виробництва лікарських рослин в Україні // International Journal of Innovative Technologies in Economy. - 2020. - №3(29). - С.15-21. – Режим доступу: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/628307>
6. YouControl Market. Вирощування лікарських культур (каталог компаній України) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://catalog.youcontrol.market/silskohospodarstvo/01.28>
7. Бізнес на вирощуванні лікарських рослин // Дія.Бізнес. – Режим доступу: <https://business.diia.gov.ua/service/idea/biznes-na-vyroshchuvanni-likarskykh-roslyn>

ОСОБЛИВОСТІ МОТИВАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ В РЕЛОКОВАНИХ КОМУНАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ СФЕРИ КУЛЬТУРИ

Копцева О.І., студентка гр. МЕН-22д, науковий керівник, доцент кафедри публічного управління, менеджменту та маркетингу, к.е.н., Ткаченко Н.Е.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

В умовах воєнного часу багато вітчизняних комунальних закладів культури були евакуйовані, змінили свої локації та працювати в умовах переміщення в новому соціально-економічні середовищі, що супроводжується трансформацією кадрового складу, зміною цільових аудиторій, обмеженням ресурсів та необхідністю швидкої адаптації персоналу. В таких умовах мотиваційний стан персоналу стає одним із ключових чинників забезпечення життєздатності закладів культури, їх здібності реалізовувати культурні проекти та підтримувати соціальну згуртованість. Тому, актуальності набуває дослідження особливостей мотивації персоналу в релокованих комунальних закладах сфери культури.

Дослідженням мотивації працівників в закладах культури приділяли увагу різні вчені. Так, Кучин С. П. досліджував управління мотиваційними факторами в закладах сфери культури як механізм державного управління соціально-культурною сферою. Бондар Т. В. та Краснонос А. С. досліджували сучасні методи мотивації персоналу, акцентуючи на поєднанні матеріальних і нематеріальних стимулів, що є актуальним для сфери культури, де значну роль відіграє символічне визнання та творчі стимули. Ярмош В. В. розглядав класифікацію сучасних методів мотивації персоналу, включаючи нематеріальні чинники, які є особливо важливими для культурних інституцій. Петренко О. В. аналізував матеріальні та нематеріальні стимули в комунальних закладах культури. Сидоренко Л. М. підкреслював роль професійного зростання та мотивації у публічному секторі. Іваненко Н. П. досліджував психологічні аспекти мотивації працівників у кризових умовах. Мельник Р. С. розглядав управління персоналом у релокованих закладах культури. Гончаренко І. В. акцентував увагу на соціальній згуртованості та мотивації культурних працівників [1-3].

Наукові дослідження свідчать, що мотивація працівників культурної сфери є багатокомпонентним явищем, яке включає внутрішні та зовнішні фактори, а також залежить від управлінських стратегій. Мотивація працівників в комунальному закладі має специфічні особливості, зумовлені соціальною місією, обмеженими ресурсами та нормативною регламентацією. Вона ґрунтується на поєднанні матеріальних і нематеріальних стимулів, де ключову роль відіграють визнання, стабільність та причетність до суспільно важливої діяльності. Це складна система, у якій нематеріальні чинники часто переважають над матеріальними. Ефективне управління мотивацією потребує гнучкого підходу, врахування індивідуальних потреб та створення умов для професійного й особистісного розвитку.

Основні особливості мотивації в комунальному секторі можна окреслити таким чином:

- соціальна спрямованість мотивації. Працівники часто керуються внутрішніми мотивами - бажанням служити суспільству, допомагати людям, забезпечувати стабільність. Високу значущість мають моральні стимули: визнання, повага, причетність до суспільно важливої місії.

- обмеженість матеріальних стимулів. Рівень заробітної плати у комунальних закладах зазвичай не є конкурентним порівняно з приватним сектором, тому особливу роль відіграють нематеріальні форми мотивації: гнучкий графік, соціальні гарантії, стабільність зайнятості.

- регламентованість і бюрократичність. Мотиваційні механізми часто обмежені нормативними актами, що ускладнює застосування індивідуального підходу. Впровадження нових мотиваційних програм потребує узгодження з державними структурами.

- професійне зростання через службу. Кар'єрне просування здебільшого залежить від стажу, кваліфікації та участі у державних програмах. Мотивація до навчання й підвищення кваліфікації є важливим стимулом, особливо для молодих фахівців.

- потреба в емоційній підтримці. В умовах війни, стресу та перевантаження особливо актуальною стає психологічна мотивація: підтримка, командна згуртованість, визнання зусиль. Управлінці мають враховувати емоційний стан працівників і створювати середовище довіри та безпеки.

Таким чином, мотивація у комунальних закладах культури є багатокомпонентною системою, де поєднуються соціальні, матеріальні та психологічні чинники. Її ефективно управління потребує диференційованого підходу, спрямованого на підтримку внутрішніх мотивів, компенсацію обмежених матеріальних ресурсів іншими формами стимулювання та формуванні сприятливого психологічного клімату. З врахуванням поглядів науковців, слід зауважити що важливим є застосування комплексного, інтегрованого підходу до мотивації персоналу, особливо у специфічній сфері культури. Водночас у практиці управління релокованими закладами культури бракує системних підходів до діагностики мотиваційного стану, що ускладнює прийняття управлінських рішень та знижує ефективність програм підтримки. Разом з тим, залишаються невирішеними проблеми розроблення та ефективного застосування нових методів мотивації праці з урахуванням індивідуалізованого підходу, що потребує подальших досліджень.

Література

1. Кучин С. П. Управління мотиваційними факторами в закладах сфери культури як механізм державного управління соціально-культурною сферою [Електронний ресурс] // Інвестиції: практика та досвід. – 2017. – №4. – С. 82–86. – Режим доступу: http://www.investplan.com.ua/pdf/4_2017/19.pdf

2. Бондар Т. В., Краснонос А. С. Сучасні методи мотивації персоналу [Електронний ресурс]//Економіка та суспільство.-2023.-№57.-С. 114-120. - DOI: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/download/3235/3158/>

3. Національне агентство України з питань державної служби. Мотивація персоналу як інструмент управління персоналом на публічній службі. 29.08.2023. URL: <https://nads.gov.ua/news/motyvatsiia-personalu-iak-instrument-upravlinnia-personalom-na-publichnii-sluzhbi>

КОРПОРАТИВНА СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ СТІЙКОГО ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КАДРОВОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

Мироник Б., аспірант 3 курсу, науковий керівник: доц., к.е.н. Чорна О.Ю.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

В умовах системних викликів, швидких технологічних змін та загострення конкуренції, економічна безпека підприємств набуває першочергового значення. Ключовим активом, який безпосередньо впливає на стійкість та здатність організації протистояти внутрішнім і зовнішнім загрозам, є людський капітал.

У 2025 р. основні загрози економічній безпеці України, як і у попередні роки від початку повномасштабного вторгнення, зумовлені руйнівним впливом війни на економічний розвиток, що виявляється у знищенні виробничих потужностей, інфраструктурних об'єктів, обмеженні господарської активності в районах бойових дій [1]. Особливо гострою проблемою, яка посилює макроекономічні дисбаланси та нестабільність, є дефіцит кваліфікованої робочої сили.

З огляду на вищезазначені виклики, збереження та відтворення людського капіталу є критичною передумовою для забезпечення не лише економічної безпеки, а й успішного повоєнного відновлення. Ключовим аспектом цієї роботи залишається забезпечення стабільного доходу та належного рівня зайнятості, що вимагає подолання асиметрії ринку праці на засадах гнучкості, мобільності та соціально-економічної інклюзії. Не менш важливим є розвиток стратегічних програм для інтеграції внутрішньо переміщених осіб (ВПО) та поверненців з-за кордону.

Враховуючи необхідність швидкого реагування на кадрові ризики та забезпечення стійкості персоналу, зростає актуальність дослідження корпоративної соціальної відповідальності (КСВ).

Розпорядженням КМУ від 24 січня 2020 р. № 66-р схвалено Концепцію реалізації державної політики у сфері сприяння розвитку соціально відповідального бізнесу в Україні на період до 2030 року, а також розроблено план заходів на період до 2030 року на її виконання. План містить надважливі напрями заходів: популяризація принципів та стандартів СВ бізнесу, проведення інформаційно-просвітницьких кампаній, заохочення суб'єктів господарської діяльності до реалізації відкритої політики щодо розкриття інформації, моніторинг і оцінка розвитку СВ та інші [3].

Отже, на цей час КСВ трансформується з формального етичного зобов'язання у стратегічний інструмент управління людськими ресурсами. Саме цілеспрямоване впровадження КСВ-програм, сфокусованих на внутрішніх стейкхолдерах (співробітниках), дозволяє ефективно: по-перше, сформувати стійкий людський капітал за рахунок підвищення лояльності та залученості; по-друге, нейтралізувати загрози кадровій безпеці, мінімізуючи плинність кадрів та ризики, пов'язані з дефіцитом кваліфікації в умовах стратегічної невизначеності.

Сучасні компанії все більше усвідомлюють важливість КСВ для свого успіху. КСВ - це не лише позитивний вплив на суспільство, але й важливий фактор інвестиційної привабливості та конкурентоспроможності. Компанії, які інтегрують принципи КСВ у свою діяльність, мають більше шансів на успіх у довгостроковій перспективі [2].

У контексті забезпечення економічної та кадрової безпеки підприємства, КСВ набуває статусу стратегічного управлінського інструменту. Сучасна парадигма внутрішньої КСВ концентрується на інвестиціях у стійкість та добробут людського капіталу. Це виявляється у строгому дотриманні трудового законодавства (зокрема, Кодексу законів про працю), забезпеченні безпечних та гігієнічних умов праці, що є фундаментом для підтримання працездатності та мотивації персоналу. Підприємства реалізують принципи рівних можливостей незалежно від віку чи статі, дотримуються етичних норм та активно впроваджують програми з охорони здоров'я, безпеки праці та професійного розвитку (навчання, надання необхідного обладнання), тим самим мінімізуючи виробничі та кадрові ризики.

Крім внутрішнього фокусу, КСВ також має суттєвий вплив на зовнішнє середовище, що опосередковано сприяє посиленню конкурентних переваг та формуванню резерву людського капіталу. Як вітчизняні (наприклад, EPAM, SoftServe, Ciklum) так і міжнародні компанії (зокрема, ELEKS) активно беруть участь у вирішенні суспільних проблем, здійснюючи стратегічні соціальні інвестиції [2]. Це включає фінансування освітніх ініціатив (стипендії, тренінги, співпраця з університетами для підготовки молодих фахівців) та підтримку сфери охорони здоров'я (фінансування медичних досліджень, профілактичних заходів). Ці зовнішні ініціативи КСВ покращують репутаційний капітал підприємства та створюють сприятливе зовнішнє середовище для залучення висококваліфікованого персоналу, що є критично важливим для довгострокової кадрової безпеки та сталого економічного розвитку в умовах системних викликів.

На підставі проведеного аналізу теоретичних засад та актуального контексту функціонування вітчизняних підприємств, було сформульовано такі ключові висновки щодо ролі КСВ у формуванні стійкого людського капіталу та забезпеченні кадрової безпеки:

стратегічна трансформація КСВ та її пріоритетність в умовах війни, полягає в тому що в умовах гібридних загроз, економічна безпека підприємств безпосередньо залежить від стійкості людського капіталу, КСВ перестає бути лише етичним зобов'язанням і набуває статусу стратегічного управлінського інструменту для мінімізації макроекономічних дисбалансів та кадрових ризиків;

цілеспрямоване впровадження внутрішньої КСВ (дотримання КЗпП, забезпечення безпечних умов праці, програми професійного розвитку, охорона здоров'я) є прямою інвестицією у стійкість та добробут персоналу, що повинно забезпечити підвищення лояльності та залученості співробітників, реалізацію принципів соціальної інклюзії та гнучкості, сприяючи інтеграції ВПО;

зовнішні КСВ-ініціативи (фінансування освіти, стипендії, співпраця з університетами, підтримка охорони здоров'я) опосередковано сприяють підвищенню конкурентних переваг та репутаційного капіталу підприємства. Це створює сприятливе зовнішнє середовище для залучення висококваліфікованих фахівців у довгостроковій перспективі, формуючи стратегічний резерв людського капіталу, необхідний для повоєнної відбудови.

Таким чином, інтеграція КСВ у систему управління персоналом є на часі для розробки ефективних стратегій забезпечення довгострокової економічної стійкості вітчизняних підприємств, підтверджуючи її статус як необхідного елемента забезпечення кадрової безпеки вітчизняних підприємств.

Література

1. Економічна безпека України в умовах високих воєнних ризиків та глобальної нестабільності : експ.-аналіт. доп. / [Базиліук Я., Власенко Р., Власюк О. та ін.] ; за заг. ред. Я. Жаліла. – Київ : НІСД, 2025. – 104 с. – <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2025.03> (дата звернення: 03.11.2025).

2. Мироник Б. М., Слюсаренко К. В., Грибик І. І. Корпоративна соціальна відповідальність як інструмент сталого розвитку підприємства: сучасні тенденції та виклики. Наукові перспективи. 2025. № 2(56). С. 960–987. DOI: 10.52058/2708-7530-2025-2(56)-960-987. URL: <https://perspectives.pp.ua/index.php/np/article/view/20766> (дата звернення 27.11.2025).

3. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері сприяння розвитку соціально відповідального бізнесу в Україні на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 24 січня 2020 р. № 66-р. Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/66-2020-%D1%80#Text> (дата звернення: 05.11.2025).

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ КОМЕРЦІЙНИХ БАНКІВ

Хайдарі Анастасія Рахманулівна, група D2БМ27, науковий керівник:
Ткачук Наталія Миколаївна, к.е.н., доцентка, доцентка кафедри фінансів, банківської
справи, страхування та фондового ринку
Хмельницький університет управління та права імені Леоніла Юзькова

Інвестиційна діяльність посідає ключове місце в системі стратегічного розвитку банків, визначаючи їхню здатність забезпечувати довгострокове зростання та фінансову стійкість. У сучасних умовах банки виступають не лише посередниками руху капіталу, а й активними учасниками інвестиційних процесів, формуючи портфелі, фінансуючи проекти та підтримуючи структурні зміни в економіці. У той же час необхідне ефективне управління інвестиціями, яке вимагає врахування ризиків, вибору оптимальних інструментів та застосування комплексних методів оцінювання.

Комерційні банки можуть брати участь в інвестиційному процесі за кількома основними напрямками. По-перше, вони забезпечують обслуговування руху коштів інвесторів-клієнтів, які спрямовуються на реалізацію інвестиційних проєктів. По-друге, банки співпрацюють із клієнтами у формуванні заощаджень та їх подальшому залученні для інвестицій, зокрема через механізми ринку капіталу. По-третє, фінансові установи мають можливість інвестувати як власні, так і залучені ресурси, беручи безпосередню участь у фінансуванні інвестиційних заходів [1].

Що стосується управління інвестиційною діяльністю банку, то воно полягає в цілеспрямованій організації процесів формування, розміщення та контролю фінансових ресурсів із метою отримання прибутку та забезпечення стабільності діяльності. Система управління інвестиційною діяльністю банку охоплює такі ключові елементи [2]:

- формування ресурсної бази, що передбачає залучення депозитів населення та бізнесу, міжбанківського фінансування, а також формування власного капіталу банку; важливо забезпечити узгодження строків зобов'язань із тривалістю інвестицій, щоб уникати дефіциту ліквідності й мати можливість фінансувати довгострокові вкладення;
- вибір об'єктів інвестування, що включає визначення напрямів розміщення коштів: державні та корпоративні цінні папери, інвестиційні кредити підприємствам, участь у капіталі компаній або вкладення у зовнішні фінансові інструменти; рішення приймаються з урахуванням ринкової кон'юнктури, очікуваної дохідності та необхідності диверсифікації;
- оцінка дохідності та ризику, що охоплює аналіз кредитного, ринкового, процентного ризику та ризику ліквідності; банки використовують моделювання, розрахунок потенційних втрат, стрес-тестування та аналіз чутливості портфеля до змін ринкових показників, зіставляючи можливий прибуток із рівнем ризиків;
- моніторинг інвестиційного портфеля, що передбачає постійне відстеження результативності вкладень, змін ринку та оцінку доцільності подальшого утримання активів; у разі зростання ризиків або зниження дохідності структура інвестиційного портфеля банку коригується, активи замінюються на більш вигідні або стабільні.

За офіційними даними, у 2025р. одним із головних інструментів інвестицій банків залишалися державні облігації. Так, станом на кінець жовтня загальний обсяг облігацій внутрішньої державної позики (ОВДП) в обігу перевищував 1,89 трлн грн, причому приблизно 48,3% утримували комерційні банки [3]. Це свідчить, що комерційні банки в умовах нестабільності й підвищених ризиків все частіше обирають як об'єкти інвестування надійні державні папери, що дає змогу поєднувати дохідність з мінімізацією кредитних і ринкових ризиків. Така структура інвестицій демонструє прагнення банків зберігати

ліквідність і стабільність, використовуючи державні інструменти як «якір» в інвестиційному портфелі банків.

Разом із тим, ефективне управління інвестиційною діяльністю комерційних банків передбачає не лише формування структури портфеля, а й постійне підвищення якості управлінських рішень. У сучасних умовах нестабільності пріоритетом стає посилення контролю за ризиками та впровадження методів, що дозволяють оптимізувати дохідність при збереженні ліквідності. Підвищення ефективності управління інвестиційними процесами можливе за рахунок використання ризик-орієнтованих моделей, регулярного стрес-тестування інвестиційного портфеля, прогнозування ринкових змін та цифровізації процесів аналізу. Це дозволить банкам швидше реагувати на коливання процентних ставок, зміну цін на державні та корпоративні папери та уникати втрат, пов'язаних із ринковими шоками.

Отже, управління інвестиційною діяльністю комерційних банків є важливою умовою забезпечення їх фінансової стійкості та прибутковості. Сучасна практика показує, що вагому частку інвестиційного портфеля банків формують державні облігації, оскільки вони поєднують дохідність із низьким рівнем ризику та підтримують ліквідність у період нестабільності. Водночас, ефективність інвестиційної політики банків залежить від їх здатності не лише зберігати оптимальну структуру активів, а й удосконалювати механізми управління, посилювати ризик-менеджмент і диверсифікувати напрями інвестиційних вкладень. Саме збалансованість інвестиційних стратегій і гнучкість управлінських рішень забезпечать сьогодні стійкий розвиток банків та банківської системи України, що, в свою чергу, сприятиме зміцненню й фінансової системи країни.

Література

1. Про банки та банківську діяльність: Закон України від 7.12.2000 р. № 2121-III. (поточна редакція від 30.07.2025). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2121-14#Text>
2. Shlonchak V. Scientific approaches to defining the essence of efficiency of investment banking. Економіка та суспільство. №72. 2025. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/5715/5658>
3. Вкладення українців у державні облігації сягнули історичного максимуму. URL: https://mof.gov.ua/uk/news/vkladennia_ukraintsiv_u_derzhavni_obligatsii_siagnuli_istorichnogo_maksimumu__106_mlrld_grn-5400?utm_source=chatgpt.com

КРЕДИТНИЙ ПОРТФЕЛЬ БАНКУ: ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ТА ОЦІНКИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Гандзюк В.О., 1 група ФБСС, Ткачук Н. М., к.е.н, доцентка, доцентка кафедри фінансів, банківської справи, страхування та фондового ринку

Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова

Метою дослідження є визначення особливостей формування кредитного портфеля банку та оцінка ключових тенденцій його зміни в сучасних умовах. Дослідження спрямоване на узагальнення чинників, що впливають на розвиток кредитної діяльності банку, та виявлення основних напрямів її трансформації.

Результати дослідження. Кредитний портфель банку є центральною складовою активних операцій і визначає характер його кредитної політики, рівень дохідності та масштаби кредитної діяльності. Особливості формування кредитного портфеля залежать від макроекономічної ситуації, попиту на кредитні ресурси, підходів банку до оцінки позичальників та умов кредитування. Тому аналіз динаміки кредитного портфеля дає можливість з'ясувати, як банк адаптується до сучасних умов та які напрями кредитування стають для нього пріоритетними.

Кредитний портфель банку являє собою сукупність наданих кредитів, класифікованих відповідно до видів позичальників, строків погашення, цільового призначення та рівня забезпечення. Він є інструментом реалізації кредитної політики банку, а його параметри безпосередньо впливають на ліквідність, прибутковість та стійкість до ризиків. За визначенням Національного банку України, кредитні операції найсуттєвіше формують дохід банків, але, водночас, є основним джерелом кредитного ризику – ризику невиконання позичальником своїх зобов’язань [1, с. 88].

На кредитний портфель банку впливає низка факторів, серед яких: макроекономічна ситуація, облікова ставка НБУ, інвестиційна активність бізнесу, купівельна спроможність населення, рівень безробіття, доступність державних програм, валютні коливання та загальний рівень ризиковості ринку. Внутрішні чинники включають кредитну політику банку, систему оцінки позичальників, підхід до формування резервів та інструменти управління ризиком [2, с. 26-27].

Для розуміння сучасних тенденцій розвитку кредитування в банківській системі України доцільно проаналізувати динаміку кредитного портфеля окремого банку, що дозволяє виявити як загальні ринкові закономірності, так і специфічні напрями їхньої активності. На основі відкритої фінансової звітності одного з найбільших банків України, а саме АТ КБ «Приватбанк», проведемо оцінку змін у кредитному портфелі у 2022-2024 рр. (табл.).

Аналіз кредитного портфеля за 2022-2024 рр. показує, що загальний обсяг кредитів та авансів клієнтам зріс на 13,29 %, однак характер змін суттєво відрізняється між сегментами. Корпоративні кредити залишилися відносно стабільними (+0,36%), що свідчить про обережність банку у фінансуванні підприємств в умовах підвищених ризиків. Натомість, кредити фізичним особам зросли на 58,34%, а найбільше – споживчі (+226,11%), іпотечні (+118,79%) та авто кредити (+715,55%), що вказує на переорієнтацію банку на роздрібний сегмент як більш ліквідний та прибутковий напрям кредитування.

Таблиця. Динаміка кредитного портфеля АТ КБ «Приватбанк» за 2022-2024 рр.

Показники	2022 р.	2023 р.	2024 р.	Відхилення (+, -) 2024/2022	
				абсолютне	відносне
Корпоративні кредити, млн. грн				млн. грн	%
Фінансовий лізинг	167931	170042	162410	-5521	-3,29
Кредити юридичним особам	5340	6386	9112	+3772	+70,64
Кредити за операціями РЕПО	-	1459	160	+160	-
Кредити МСП	21311	25454	23606	+2295	+10,77
Разом	194582	203341	195288	+706	+0,36
Кредити фізичним особам, млн. грн				млн. грн	%
Кредитні картки	46593	54500	62703	+16110	+34,58
Споживчі кредити	3906	9764	12738	+8832	+226,11
Іпотечні кредити	3912	5618	8559	+4647	+118,79
Автокредити	328	885	2675	+2347	+715,55
Разом	54739	70767	86675	+31936	+58,34
Дебіторська заборгованість за фінансовим лізингом, млн. грн				млн. грн	%
Фізичні особи	364	147	1835	+1471	+404,12
Юридичні особи	162	102	-	-162	-
МСП	649	560	-	-649	-
Разом	1175	809	1835	+660	+56,17
Усього	250496	274917	283798	+33302	+13,29

Джерело: Складено авторкою на основі [3].

Дебіторська заборгованість за фінансовим лізингом демонструє нерівномірну динаміку між категоріями позичальників. Загальний її обсяг зріс на 56,17 %, головним чином за рахунок фізичних осіб (+404,12 %). Натомість заборгованість юридичних осіб та МСП була повністю погашена, що може свідчити про завершення окремих лізингових програм або зниження активності в цьому сегменті.

Загалом отримані дані свідчать, що основний приріст кредитного портфеля забезпечило саме роздрібне кредитування, яке зростало значно швидше за корпоративне. Збільшення обсягів кредитів фізичним особам та зміни в дебіторській заборгованості вказують на посилення ролі роздрібного сегмента у формуванні кредитних активів банку та зміну пріоритетів його кредитної діяльності.

Значущість дослідження полягає в тому, що аналіз кредитного портфеля банку дає змогу оцінити його стійкість та визначити основні чинники, які впливають на кредитний ризик, ліквідність і прибутковість банків. Виявлення ключових сегментів кредитування та їхнього внеску у формування активів дозволяє вдосконалити управління кредитним портфелем і забезпечити збалансований розвиток банку за умов економічної невизначеності.

Таким чином, особливості формування кредитного портфеля банку в сучасних умовах визначають напрям його кредитної активності та ефективність реалізації кредитної політики. Поєднання різних видів кредитів, зростання ролі роздрібного сегменту, зміни у корпоративному кредитуванні та динаміка дебіторської заборгованості відображають поточні пріоритети банку та особливості його адаптації до ринкової ситуації. Проведений аналіз показує, що оцінка кредитного портфеля є важливим інструментом для прийняття управлінських рішень, удосконалення кредитних процесів і визначення подальших напрямів розвитку кредитної діяльності банку.

Література

1. Макаренко Ю.П., Самойлова Д.О. Теоретичні аспекти управління кредитним портфелем банківської установи. Економіка та держава. 2020. №6. С. 87-91.
2. Андрушак Є.М., Фуфалько В.С. Вплив фінансово-економічних чинників на управління кредитним портфелем комерційного банку на прикладі АТ АКБ «Львів». Вісник ЛТЕУ. Економічні науки. 2021. №64. С. 25-30.
3. Фінансова звітність. ПриватБанк. URL: <https://privatbank.ua/about/finansovaja-otchetnost> (дата звернення: 01.12.2025).

МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕХАНІЗМІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ ПОЛІТИКИ У СФЕРІ ПРОТИДІЇ ВІДМИВАННЮ КОШТІВ, ФІНАНСУВАННЮ ТЕРОРИЗМУ ТА ФІНАНСУВАННЮ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗБРОЇ МАСОВОГО ЗНИЩЕННЯ

Момот Д.О., здобувач гр. ПУ-24дм, Науковий керівник: Чорна О.Ю., к.е.н., доцент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

У сучасних умовах глобалізації фінансових систем та інтенсифікації міжнародних економічних відносин проблема протидії відмиванню коштів, фінансуванню тероризму та фінансуванню розповсюдження зброї масового знищення (Далі - ПВК/ФТ/ФРЗМЗ) набуває особливої актуальності для України. Набуття Україною статусу країни-кандидата на вступ до Європейського Союзу у червні 2022 року та відкриття переговорного процесу за Кластером 1 «Основи» фундаментально змістили парадигму державної політики у цій сфері. Новим імперативом стала вимога реальної ефективності системи, а не лише формальної технічної відповідності міжнародним стандартам [2, 3].

Аналіз сучасного стану національної системи ПВК/ФТ/ФРЗМЗ свідчить про наявність недоліків у механізмах її реалізації. Результати останнього оцінювання України експертами MONEYVAL виявили прогалини у нормативно-правовому забезпеченні, інституційній архітектурі та практичному застосуванні антилегалізаційних заходів, що актуалізує необхідність комплексного дослідження механізмів реалізації державної політики у цій сфері з метою розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо їх удосконалення.

Проблематика ПВК/ФТ/ФРЗМЗ в Україні є відносно новим напрямом наукових досліджень, що активно розвивається останні десятиліття у зв'язку з активною роботою України з іноземними партнерами та процесами європейської інтеграції.

Таким чином, метою нашого дослідження є розробка моделі оптимізації механізмів реалізації державної політики ПВК/ФТ/ФРЗМЗ України в контексті виконання міжнародних зобов'язань та європейської інтеграції. Комплексний аналіз чинної національної системи, проведений на основі звітів MONEYVAL та Європейської Комісії, виявив чотири групи системних проблем: недосконалість інституційної архітектури з розпорошенням функцій між різними органами виконавчої влади; неповноту імплементації ризик-орієнтованого підходу, що є наріжним каменем Рекомендації 1 FATF; недостатній рівень інформаційного обміну між суб'єктами системи; та неефективність стратегічного планування, що проявляється у реактивному реагуванні на зовнішні виклики замість проактивного формування власного порядку денного. Водночас слід зазначити, що Україна має сучасну законодавчу основу у вигляді базового Закону України «Про запобігання та протидію легалізації (відмиванню) доходів, одержаних злочинним шляхом, фінансуванню тероризму та фінансуванню розповсюдження зброї масового знищення» № 361-ІХ від 6 грудня 2019 року [1], але який також вимагає законодавчих змін для повної відповідності стандартів FATF.

Для вирішення виявлених проблем запропоновано модель оптимізації, що передбачає трирівневу архітектуру з чітким розмежуванням стратегічних, координаційних та операційних функцій. На стратегічному рівні моделі функції центрального органу з формування політики сконцентровано у профільному структурному підрозділі Міністерства фінансів України, який отримує повноваження з розробки національної стратегії ПВК/ФТ/ФРЗМЗ, координації імплементації міжнародних стандартів, підготовки проектів нормативно-правових актів та моніторингу ефективності національної системи. Такий підхід забезпечить політичну відповідальність за стан справ у цій сфері на рівні міністра як члена Кабінету Міністрів України.

Важливим елементом моделі є трансформація координаційних механізмів через створення єдиної Координаційної ради при Міністерстві фінансів замість існуючих

консультативно-дорадчих органів з обмеженими повноваженнями. Новий орган консолідує функції чинної Ради з питань запобігання та протидії легалізації доходів при Кабінеті Міністрів та Робочої групи з питань проведення національної оцінки ризиків. Координаційна рада матиме вузький професійний склад із представників Держфінмоніторингу, Національного банку України, НКЦПФР, Міністерства юстиції та правоохоронних органів (БЕБ, НАБУ, ДБР, СБУ, Офіс Генерального прокурора), та нести повну відповідальність за координацію всіх аспектів політики.

На операційному рівні запропоновано посилення інформаційного обміну через модернізацію Єдиного реєстру бенефіціарних власників із забезпеченням механізму верифікації даних, створення централізованого реєстру банківських рахунків та інтеграцію національних інформаційних систем з європейською платформою FIU.NET. Особливого значення набуває стратегічна адаптація до нового антилегалізаційного законодавства ЄС (AML Package 2024), що включає Регламент (ЄС) 2024/1624 та оновлену Шосту Директиву (ЄС) 2024/1640 [4, 5]. Ця Шоста Директива замінить чинні Четверту Директиву (ЄС) 2015/849 та П'яту Директиву (ЄС) 2018/843 [4, 5], які наразі імплементуються в Україні.

Новий пакет ЄС вводить радикальні зміни, зокрема започатковує створення наднаціонального Органу з протидії відмиванню коштів (AMLA) зі штаб-квартирою у Франкфурті-на-Майні, який повноцінно запрацює з 2027 року та матиме прямі наглядові повноваження над найбільш ризиковими фінансовими установами в ЄС. Пакет суттєво розширює перелік зобов'язаних суб'єктів, додаючи футбольні клуби та агентів, торговців предметами мистецтва, постачальників послуг краудфандингу, та передбачає створення централізованих реєстрів банківських рахунків на рівні ЄС. Для України це є необхідною передумовою для інтеграції до Єдиної зони платежів у євро (SEPA) та ефективної взаємодії з AMLA після вступу до ЄС.

Реалізація запропонованої моделі дозволить усунути розрив між формальним існуванням інституцій та їхньою реальною операційною ефективністю, забезпечити формування сталого «track record» у вигляді розслідувань, обвинувальних вироків та конфіскації злочинних активів. Завчасна підготовка до імплементатії нового пакету ЄС, замість повного впровадження норм, які в ЄС вже вважаються застарілими, є стратегічно логічним кроком на шляху євроінтеграції та дозволить уникнути майбутнього регуляторного відставання на момент вступу України до ЄС.

Література

1. Про запобігання та протидію легалізації (відмиванню) доходів, одержаних злочинним шляхом, фінансуванню тероризму та фінансуванню розповсюдження зброї масового знищення : Закон України від 6 грудня 2019 р. № 361-IX. Київ : Верховна Рада України, 2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/361-20>

2. International Standards on Combating Money Laundering and the Financing of Terrorism & Proliferation: The FATF Recommendations. Paris: FATF, 2012–2024. URL: <https://www.fatf-gafi.org/recommendations.html>

3. Anti-money laundering and counter-terrorist financing measures - Ukraine, 5th Round Mutual Evaluation Report. Strasbourg : FATF, 2017. 219 p. URL: <https://www.fatf-gafi.org/en/publications/Mutualevaluations/Mer-ukraine-2017.html>

4. Directive (EU) 2015/849 of the European Parliament and of the Council of 20 May 2015 on the prevention of the use of the financial system for the purposes of money laundering or terrorist financing. OJ L 141. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2015/849/oj>

5. Directive (EU) 2018/843 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive (EU) 2015/849 on the prevention of the use of the financial system for the purposes of money laundering or terrorist financing. OJ L 156. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/843/oj>

МІЖМУНІЦИПАЛЬНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО СЛАБОУРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ ЯК МЕХАНІЗМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Візорський Д.М., здобувач 2 курсу магістратури, групи МБА-24 зм, науковий керівник:
доц., к.е.н. Чорна О.Ю.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження міжмуниципального співробітництва слабоурбанізованих територій України зумовлена зростаючою потребою у формуванні дієвих інструментів локального розвитку в умовах децентралізації та посилення просторових дисбалансів. Для малих та переважно сільських громад міжмуниципальна взаємодія виступає механізмом, Ухвалення у 2014 році Закону України «Про співробітництво територіальних громад» створило нормативну основу для інституціоналізації таких форм співпраці та, у поєднанні з інструментами фінансової й нефінансової підтримки, сформувало сприятливі передумови для інтенсивного поширення коопераційних механізмів на місцевому рівні.

Міжмуниципальне співробітництво можна інтерпретувати як більш гнучкий та значно менш інституційно інвазивний інструмент порівняно з адміністративно-територіальною реформою. Воно дозволяє частково компенсувати невідповідність між функціональними просторами та формальними адміністративними межами — проблемою, характерною для багатьох національних систем територіального управління. Попри те, що сучасна конфігурація адміністративно-територіального устрою орієнтована на підвищення результативності врядування та оптимізації соціально-економічних процесів, створення кордонів, які б повністю збігалися з усіма профілями компетенцій місцевої влади, видається практично недосяжним. Крім того, здійснення децентралізаційних заходів не усуває потреби у координації діяльності громад: навіть після укрупнення адміністративних одиниць зберігаються сфери, де спільне виконання функцій забезпечує вищу віддачу внаслідок просторової диференціації або через можливість досягнення економії від масштабу. На відміну від об'єднання громад, співпраця не передбачає суцільної гармонізації всіх напрямів місцевої політики, а дозволяють вибірково формувати партнерства за тими сферами, де інтеграція є найбільш доцільною.

Після набуття чинності Законом № 1508 у 2014 році механізм міжмуниципального співробітництва поступово еволюціонував від допоміжного інструмента реалізації окремих проєктів до повноцінного елементу політики місцевого розвитку. Втім його результативність потребує постійного доопрацювання, адаптації та моніторингу, що особливо актуально в умовах воєнних загроз, економічної турбулентності та трансформації пріоритетів місцевих спільнот.

Сфера застосування міжмуниципальних ініціатив є доволі масштабною й охоплює, зокрема, такі напрями:

- соціально-гуманітарний та медичний сегменти (підтримка ВПО, допомога літнім людям, розвиток інклюзивної освіти, модернізація закладів освіти, підвищення кваліфікації педагогічних працівників, розширення спроможностей ЦНАПів, відновлення закладів культури);
- житлово-комунальний комплекс (система поводження з побутовими відходами, ремонт інфраструктурних об'єктів, покращення дорожньої мережі);
- спільне фінансування локальних проєктів (оптимізація витрат на утримання соціальних, адміністративних та освітніх установ, придбання техніки й спеціального обладнання).

За даними Реєстру договорів про співробітництво територіальних громад, який веде центральний орган виконавчої влади у сфері місцевого самоврядування, станом на кінець

2024 року зареєстровано 1173 угоди [1]. Візуалізація динаміки укладання договорів про співробітництво територіальних громад за роками за 2014–2024 роки, подана на рисунку.

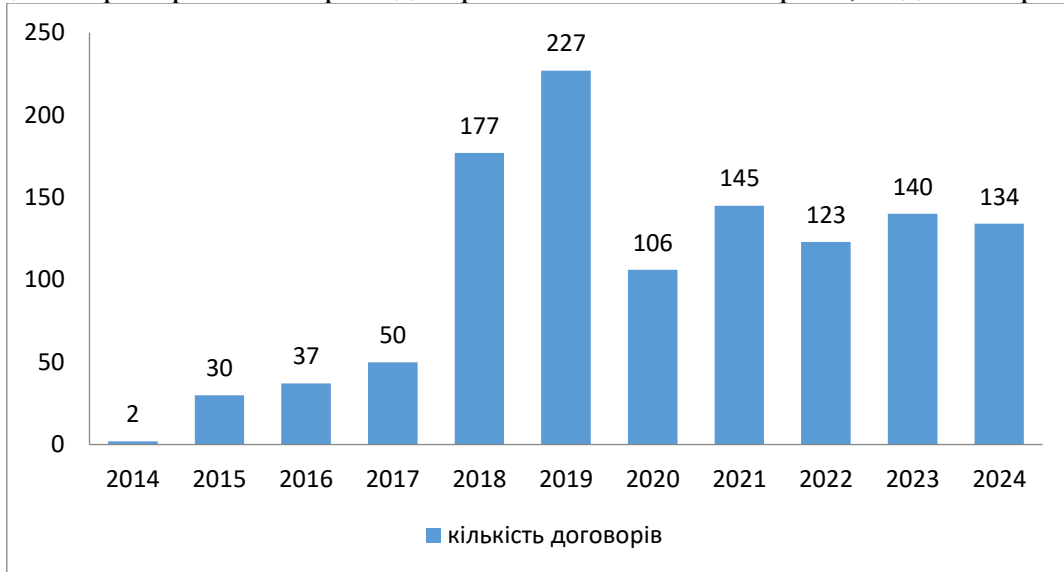


Рисунок. Динаміка укладання договорів про співробітництво територіальних громад

Протягом 2021-2024 рр. простежується стійка тенденція до зростання кількості укладених договорів.

Аналіз змістовної структури укладених угод про міжмуніципальну співпрацю демонструє, що найбільш поширеними серед громад виявилися такі організаційні формати взаємодії:

- упровадження спільних ініціатив і проєктів, на що припадає 569 зареєстрованих угод;
- співпраця у фінансуванні або забезпеченні функціонування комунальних підприємств, установ та інфраструктурних об'єктів - 265 угод;
- передання одному з партнерів визначених функцій разом із необхідними матеріальними та фінансовими ресурсами -170 угод.
- необхідними матеріальними та фінансовими ресурсами -170 угод.

Водночас низка інших механізмів співробітництва використовується громадами значно рідше. Зокрема, формування спільних комунальних підприємств, установ чи інфраструктурних комплексів знайшло відображення лише у 18 договорах. Так само незначною є кількість випадків створення спільного органу управління для виконання визначених законодавством повноважень (подальший аналіз можливий після уточнення вихідних даних).

Отже, міжмуніципальне співробітництво є важливим інструментом підвищення спроможності слабоурбанізованих територій України забезпечувати сталий розвиток в сучасних умовах. Аналіз динаміки укладання угод та різноманітність напрямів взаємодії свідчать про посилення зацікавленості громад у спільному вирішенні соціальних, інфраструктурних та управлінських завдань, хоча низка організаційних механізмів усе ще застосовується обмежено. Все це підкреслює потребу в подальшому вдосконаленні інституційних умов і розширенні інструментів підтримки слабоурбанізованих територій у довгостроковій перспективі.

Література

1. Міністерство розвитку громад і територій. Реєстр договорів про співробітництво територіальних громад. Доступно: <https://mindev.gov.ua/diialnist/rozvytok-mistsevoho-samovriaduvannia> [Дата звернення: 24.11.2025].

**СТРАТЕГІЧНІ ПІДХОДИ ТА МЕХАНІЗМИ УПРАВЛІННЯ ВІДБУДОВОЮ
ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ:
ІНТЕГРАЦІЯ В РЕГІОНАЛЬНИЙ РОЗВИТОК**

Филик А.І., Висоцький О.А., Пасько С.М., гр. асп-073-24

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Сучасний етап розвитку України характеризується глибокими трансформаціями, спричиненими повномасштабною війною, що призвело до масових руйнувань інфраструктури, житлового фонду та соціально-економічних систем. У цих умовах проблема управління відбудовою набуває системного характеру та стає ключовим напрямом державної регіональної політики. Територіальні громади, як первинні суб'єкти децентралізованого управління, опинилися на передовій цих процесів, відповідаючи за організацію відновлення, мобілізацію ресурсів та формування довгострокових стратегій. Актуальність дослідження зумовлена пошуком ефективних механізмів управління в умовах високої невизначеності, ресурсних обмежень, значущих демографічних зрушень та потреби у відновленні порушених господарських зв'язків, з урахуванням інтеграції України в європейський простір.

Мета дослідження - формування пропозицій щодо підвищення інституційної та управлінської спроможності територіальних громад в умовах сучасних викликів.

Управління відбудовою сьогодні не може обмежуватися фізичною реконструкцією [1-2]. Воно має розглядатися як комплексний системний процес, що поєднує:

- стратегічне планування: формування бачення розвитку громади після війни, визначення пріоритетів, розроблення інтегрованих планів, що поєднують інфраструктурні, економічні та соціальні цілі;

- інституційну спроможність: здатність органів місцевого самоврядування до ефективного управління ресурсами, проектного менеджменту, стратегічного аналізу та роботи з міжнародними партнерами. Інституційна слабкість є одним з головних бар'єрів швидкої відбудови;

- ресурсну мобілізацію: формування багатоканальної фінансової моделі, що поєднує власні доходи, державні субвенції, міжнародну допомогу, інструменти публічно-приватного партнерства та інвестиції;

- принцип стійкості (resilience): відбудова має бути спрямована не на відтворення довоєнного стану, а на створення більш стійких систем, здатних адаптуватися до майбутніх ризиків (економічних, соціальних, екологічних, безпекових).

Дослідження сучасного стану та ключових дисбалансів розвитку територіальних громад України виявило суттєву різномірність за ключовими параметрами:

- інфраструктурні руйнування: критичні та нерівномірні за територією, що вимагає диференційованого підходу до пріоритетів відновлення;

- демографічні зрушення: масові внутрішні міграції призвели до депопуляції одних громад і перевантаження інфраструктури інших, що ускладнює планування;

- фінансова асиметрія: глибокий розрив у бюджетній забезпеченості між громадами з розвиненою економічною базою та депресивними або сильно пошкодженими територіями;

- інституційна вразливість: брак кваліфікованих кадрів, досвіду стратегічного планування та проектного менеджменту у багатьох, особливо сільських, громадах.

Для подолання виявлених викликів пропонується комплекс взаємопов'язаних механізмів:

1. Інтегроване стратегічне планування: розробка довгострокових стратегій відбудови громад, узгоджених з регіональними та національними планами розвитку. Ключовими

компонентами мають стати територіальний аналіз, сценарне прогнозування, управління ризиками та фінансове планування.

2. Модернізація інституційної архітектури: створення інтегрованих офісів або центрів компетенцій з відбудови на рівні громад, які консолідують стратегічні, аналітичні, технічні та фінансові функції.

3. Розвиток багаторівневих партнерств:

- міжмуніципальна кооперація для спільного вирішення інфраструктурних завдань, оптимізації витрат та досягнення економії масштабу;

- публічно-приватне партнерство (ППП) для залучення інвестицій, технологій та управлінської експертизи приватного сектору у відбудову критичної інфраструктури;

- посилення координації між громадою, регіональною та центральною владою, а також міжнародними донорами для синхронізації зусиль та ресурсів.

4. Цифрова трансформація управління: впровадження цифрових платформ моніторингу руйнувань, геоінформаційних систем, електронного документообігу та інструментів аналітики для забезпечення прозорості, оперативності та обґрунтованості прийняття рішень.

5. Інклюзивність та громадська участь: залучення мешканців до обговорення та прийняття рішень щодо відбудови через громадські слухання, консультації, електронні опитування, що підвищує легітимність і соціальну стійкість результатів.

Відбудова має стати катализатором структурної модернізації, а не лише відновленням status quo. Для цього необхідно диверсифікувати економіку громад, розвиваючи нові кластери, підтримуючи МСП та інтегруючи принципи «зеленого» відновлення (енергоефективність, відновлювана енергетика). Зокрема, підвищеної уваги потребує інвестування в людський капітал через підтримку освіти, охорони здоров'я, програм соціальної інтеграції та створення нових робочих місць і формування просторової архітектури, яка враховує безпекові вимоги, сучасні стандарти якості життя та логіку сталого розвитку.

Отже, ефективне управління відбудовою територіальних громад є складовою частиною нової моделі регіонального розвитку України, що базується на принципах децентралізації, стійкості, інноваційності та інклюзії. Успіх залежить від здатності поєднати місцеву ініціативу зі стратегічною підтримкою держави, залучити широке коло партнерів та впровадити сучасні управлінські інструменти. Запропонований комплексний підхід дозволяє перетворити відбудову з завдання ліквідації наслідків на можливість для якісної трансформації та створення основи для конкурентоспроможного і стійкого розвитку кожної громади в єдиному просторі відродженої України.

Література

1. Державна стратегія регіонального розвитку на 2021–2027 роки / затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 р. № 695. URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2020/12/derzhavna-strategiya-regionalnogo-rozvytku-na-2021-2027-roky.pdf>.

2. План відновлення України. Офіційний веб-портал. URL: <https://recovery.gov.ua/>.

МЕХАНІЗМИ ЗМІЦНЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ШЛЯХУ ДО РИНКУ ЄС

Коваленко Є.О., Веремійчук К.О., Кузьменко С. В., гр. асп-073-24
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Поглиблення європейської інтеграції України формує новий контекст функціонування національних компаній, зокрема в інфраструктурній сфері. Вихід на ринок Європейського Союзу передбачає відповідність суворим стандартам якості, екологічної відповідальності, технологічної досконалості та прозорості управління. Ці вимоги безпосередньо впливають на конкурентоспроможність та економічну безпеку підприємств, що прагнуть інтегруватися в європейський економічний простір. У сучасних умовах, особливо в період післявоєнної відбудови, посилюється взаємозалежність між сталим розвитком, операційною ефективністю та здатністю протидіяти внутрішнім і зовнішнім ризикам.

Особливої ваги набуває системний підхід, що поєднує три ключові вектори забезпечення сталості: 1) удосконалення інструментів фінансового контролінгу як основи прийняття обґрунтованих управлінських рішень; 2) активне впровадження цифрових технологій для підвищення ефективності, прозорості та адаптивності бізнес-процесів; та 3) розробка стратегії управління внутрішніми комунікаціями в умовах діджиталізації, спрямованої на консолідацію колективу та мінімізацію операційних ризиків. Синергія цих напрямів є критичною для формування стійкої конкурентної переваги та гарантування економічної безпеки в умовах високої конкуренції та регуляторних вимог ринку ЄС.

Мета дослідження полягає в обґрунтуванні комплексної моделі підвищення конкурентоспроможності та економічної безпеки підприємств через інтеграцію механізмів фінансового контролінгу, цифрової трансформації та ефективної внутрішньої комунікації, адаптованої до вимог європейського ринку. Дослідження спрямоване на розробку практичних підходів, що дозволять українським компаніям, зокрема інфраструктурного профілю, системно модернізувати управлінські процеси для забезпечення сталості та довгострокової конкурентоспроможності.

На основі аналізу діяльності інфраструктурного підприємства (ТОВ «ІнфраБуд-Проект») та теоретичного дослідження вимог ринку ЄС було виявлено, що традиційні підходи до управління часто фрагментарні та недостатньо інтегровані в єдину стратегію розвитку. Це створює уразливість у сфері економічної безпеки та обмежує конкурентний потенціал. Дослідження підтвердило, що ефективна система фінансового контролінгу виходить за рамки бухгалтерського обліку та оперативного контролю витрат. В контексті виходу на ринок ЄС вона має трансформуватися в стратегічний інструмент менеджменту, забезпечуючи: проактивне управління ризиками (моніторинг фінансових показників у зв'язку з вимогами європейських тендерів (наявність гарантій, страхових покриттів), коливанням валютних курсів та вартістю капіталу для модернізації); обґрунтування інвестицій в адаптацію (економічну оцінку необхідних витрат на сертифікацію (ISO 9001, 14001, 45001), оновлення техніки до екологічних стандартів ЄС (Green Deal), впровадження цифрових платформ (ERP, BIM)) та контроль ефективності інтеграційних проектів (оцінку рентабельності та точності кошторисів проектів, що виконуються за стандартами FIDIC, через призму посиленних вимог до якості, термінів та документації).

Цифровізація виступає не лише інструментом підвищення операційної ефективності, а й фундаментом для нової парадигми економічної безпеки, яка базується на прогнозованості, прозорості та швидкості реакції. Інтегровані інформаційні системи (ERP, CRM) забезпечують єдине цифрове середовище для консолідації фінансових, виробничих і

логістичних даних [1-2]. Це усуває інформаційні розриви, мінімізує ризики помилок в плануванні та закупівлях, забезпечує цілісність даних для прийняття рішень контролінгу. ВІМ-технології та «цифрові двійники» створюють детальну цифрову модель проекту, що дозволяє моделювати вартість на всіх етапах життєвого циклу, виявляти колізії до початку будівництва (зменшуючи непрогнозовані витрати) та забезпечує прозору документацію, що є ключовою вимогою європейських замовників. Автоматизовані системи моніторингу дозволяють у реальному часі відстежувати дотримання технологічних стандартів і норм безпеки праці, запобігаючи витратам на усунення недоліків та штрафні санкції, що можливо завдяки цифровим платформам контролю якості та безпеки.

Ефективна трансформація вимагає не лише технологій, але й готовності колективу до змін. Управління внутрішніми комунікаціями стає стратегічним інструментом згуртування, навчання та мінімізації людського фактору ризику. Системне навчання персоналу роботі з новими інструментами (ВІМ, ERP, цифрові звіти) через внутрішні онлайн-платформи та тренінги забезпечує швидку адаптацію та реалізацію інвестицій в ІТ, що є елементом формування цифрової культури. Регулярна комунікація стратегічних цілей щодо виходу на ринок ЄС, пояснення необхідності нових процедур якості та безпеки підвищують мотивацію, зменшують опір змінам та ризики саботажу процесів. Цифрові канали комунікації дозволяють оперативно виявляти проблеми на місцях, координувати дії між підрозділами та вносити корективи в процеси, що безпосередньо впливає на якість виконання проектів і економічну безпеку.

Отже, конкурентоспроможність та економічна безпека українського підприємства, що орієнтується на ринок ЄС, є двома сторонами однієї медалі, що забезпечуються через єдину інтегровану систему управління. Запропонований комплексний підхід демонструє, що фінансовий контролінг набуває ролі стратегічного координатора трансформації, оцінюючи ризики та ефективність інвестицій у цифрові та інституційні зміни. Цифрові технології стають технічною основою як для нової якості бізнес-процесів, так і для систем управління ризиками, забезпечуючи дані для контролінгу та комунікації. Стратегія внутрішніх комунікацій виступає «соціальним клеєм», що забезпечує адаптацію людського капіталу до нових цифрових та процедурних реалій, зміцнюючи внутрішню стійкість організації.

Таким чином, лише синергія цих трьох компонентів дозволяє побудувати стійку бізнес-модель, здатну не лише відповідати суворим вимогам європейського ринку, але й формувати довгострокові конкурентні переваги на основі внутрішньої ефективності, інноваційності та надійності. Ця модель може бути адаптована для українських підприємств інфраструктурного та інших секторів, що активно включені в процеси євроінтеграції та післявоєнної відбудови.

Література

1. Тарасевич В. Теоретичний вимір інформаційно-цифрової економіки: основи і система первинних інформаційних феноменів. Економіка України. 2021. №1. С. 3-23. doi.org/10.15407/economyukr.2021.06.021
2. Яненко І.Г. Цифрова індустріалізація як чинник економічної динаміки. Економічна теорія. 2023. № 3. С. 84-99. doi.org/10.15407/etet2023.03.084

РОЗРОБКА БІЗНЕС-МОДЕЛІ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ МЕРЕЖІ МІНІ-ПЕКАРЕНЬ

Семенова Д.В., гр. МБА-24зм, к.е.н., доц. Бучнів М.М.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Розробка бізнес-моделі та економічне обґрунтування створення мережі міні-пекарень є важливим завданням в умовах трансформацій ринку хлібобулочної продукції та зростаючого попиту на якісну свіжу випічку. Великі хлібокомбінати втрачають позиції на користь малих гнучких форматів. Зміна споживчої поведінки створює сприятливі умови для міні-пекарень. Енергетична криза, дефіцит кадрів та зростання вартості сировини вимагають ретельного обґрунтування бізнес-моделей. Метою дослідження є розробка обґрунтованої бізнес-моделі та оцінка економічної доцільності створення мережі міні-пекарень з урахуванням сучасних ринкових умов.

Бізнес-модель визначає спосіб створення та отримання цінності підприємством. Методологія Business Model Canvas представляє дев'ять блоків: ціннісна пропозиція, цільові сегменти, канали збуту, відносини з клієнтами, потоки доходів, ключові ресурси, види діяльності, партнери та структура витрат [3]. Для підприємств харчування важливі високі вимоги до якості, швидке зіпсуття товарів, залежність від постачальників. Хлібопекарська галузь характеризується високою конкуренцією та різними формами підприємств. Успішне функціонування вимагає врахування короткого терміну зберігання та ефективної логістики.

Ринок хлібобулочної продукції демонструє стійкість навіть в умовах війни. Ємкість ринку становить 33,6 млрд грн у 2025 році проти 29,2 млрд грн у 2024 році. Зростання відбувається через подорожчання на 17-20%. Споживачі віддають перевагу цільнозерновій продукції та хлібу на заквасці, платять більше за якість. Конкурентне середовище налічує понад 3 тисячі виробників. Експорт досягає 12,4 млрд грн за 8 місяців 2025 року. Галузь стикається з викликами: 20% підприємств зруйновані, рентабельність впала до 5%, енергетична криза, дефіцит кадрів через мобілізацію [1].

Ключові ризики включають нестабільність енергопостачання, кадровий дефіцит, зростання вартості сировини та оренди, зниження купівельної спроможності [2]. Водночас існують можливості: зростає попит на свіжу продукцію без консервантів, споживчі переваги змінюються на користь здорового харчування, низька конкуренція в преміальному сегменті, франчайзингова модель дозволяє масштабування з невеликими інвестиціями. Конкурентні переваги міні-пекарень: свіжість через випікання малими партіями, швидка реакція на зміни попиту, персоналізований підхід, унікальний досвід в затишній атмосфері.

Бізнес-модель за методологією Канва структурує дев'ять елементів. Ціннісна пропозиція: свіжість через випікання малими партіями, натуральність без консервантів, широкий асортимент спеціалізованих видів, затишна атмосфера з можливістю провести час за кавою, прозорість виробництва. Цільові сегменти: міські жителі 25-45 років з середнім доходом, молоді сім'ї, офісні працівники, люди з дієтичними потребами, гурмани. Канали взаємодії: точки біля метро, в житлових районах, офісних кварталах, онлайн-платформи, сервіси доставки, соціальні мережі. Структура витрат: 30-40% собівартості від роздрібною ціни, що забезпечує високу маржинальність.

Фінансово-економічне обґрунтування підтверджує високу привабливість проекту. Початкові інвестиції становлять 1,55 млн грн, де 48% припадає на обладнання. Прогнозована щомісячна виручка складає 1,2 млн грн при 300 відвідувачах та середньому чеку 150 грн, що забезпечує рентабельність понад 70%. Строк окупності 2-4 місяці навіть за песимістичного сценарію з рентабельністю 57%. Найбільший вплив на прибутковість мають середній чек та кількість відвідувачів, подорожчання сировини на 10% знижує прибуток

лише на 3%. План масштабування: від 3 точок у першому році до 10 на другий рік та 25-30 на третій рік через власні інвестиції та франчайзинг.

Література

1. Івченко В., Полонська О. Дослідження тенденцій розвитку хлібопекарської промисловості України. Економічний простір. 2025. № 204. С. 124–130. URL: <https://doi.org/10.30838/ep.204.124-130> (дата звернення: 28.11.2025).

2. Кійко В., Мельник О., Гавриленко О. Хлібопекарська галузь України в умовах воєнного часу. Товари і ринки. 2023. Т. 45, № 1. С. 27–40. URL: [https://doi.org/10.31617/2.2023\(45\)03](https://doi.org/10.31617/2.2023(45)03) (дата звернення: 28.11.2025).

3. Ліпич Л., Кушнір М., Шворак А. Проєкологічні бізнес -моделі підприємства. Економічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки. 2024. Т. 4, № 36. С. 148–157. URL: <https://doi.org/10.29038/2786-4618-2023-04-148-157> (дата звернення: 28.11.2025).

ДОСТАТНІСТЬ ВЛАСНОГО КАПІТАЛУ ЯК ФАКТОР ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ КОМЕРЦІЙНОГО БАНКУ

Гандзюк В. О., 1 група Фінанси, банківська справа та страхування, науковий керівник:
Ткачук Н. М., к.е.н, доцентка, доцентка кафедри фінансів, банківської справи, страхування
та фондового ринку

Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова

Метою дослідження є визначення ролі нормативів достатності власного капіталу в здатності протистояти кризовим явищам та мінімізувати вплив різних видів ризиків. Дослідження спрямоване на оцінку важливості регулятивних вимог НБУ щодо підтримання власного капіталу на належному рівні, а також аналіз того, як виконання цих вимог впливає на стабільність комерційного банку та довіру клієнтів.

Результати дослідження. Власний капітал є одним із ключових елементів, що забезпечують стабільність діяльності комерційного банку, оскільки саме він формує фінансову основу для покриття ризиків та безперервного функціонування установи. Наявність достатнього обсягу власного капіталу дозволяє банку поглинати непередбачувані збитки, підтримувати необхідний рівень ліквідності та виконувати свої зобов'язання перед клієнтами та контрагентами. У цьому контексті дотримання нормативів достатності власного капіталу, установлених НБУ, є важливим показником фінансової стійкості банківської установи. Аналіз цих нормативів дає можливість оцінити, наскільки банк готовий протидіяти кредитним, ринковим, операційним та іншим ризикам, а також визначити його здатність ефективно працювати в умовах економічної невизначеності.

Економічні нормативи достатності власного капіталу є пруденційними вимогами, спрямованими на обмеження ризиків, які бере на себе банк. На сьогодні НБУ запровадив такі ключові нормативи:

- норматив достатності регулятивного капіталу (НРК) – не менше 10%;
- норматив достатності основного капіталу першого рівня (НК1) – не менше 7,5%;
- норматив достатності основного капіталу першого рівня (НОК1) – не менше 5,625 %;
- коефіцієнт левереджу (LR) – не менше 3% [1].

Ці нормативи відповідають стандартам Базель III та спрямовані на забезпечення відповідності власного капіталу рівню ризиків, що бере на себе банк. Їх недотримання може свідчити про підвищений кредитний, ринковий чи операційний ризик. У межах пруденційного нагляду НБУ оцінює, чи достатньо власного капіталу для покриття сукупних ризиків.

Виконання нормативів достатності власного капіталу безпосередньо впливає на стабільність банку, забезпечуючи його готовність до можливих втрат за кредитними, ринковими, валютними, операційними та іншими ризиками. Банки з достатнім рівнем капіталізації здатні витримувати погіршення макроекономічних умов, зниження ліквідності та зростання проблемних кредитів. Адекватний власний капітал є важливим сигналом надійності для вкладників та інвесторів, сприяє залученню ресурсів і розширенню активних операцій. Це дозволяє банку підтримувати стабільну кредитну діяльність і брати участь у довгострокових інвестиційних проєктах навіть у складних умовах.

Відтак, вважаємо за необхідне проаналізувати стан дотримання нормативів власного капіталу одного з комерційних банків України – АТ «Банк Альянс», що дасть змогу також простежити динаміку його капіталізації. Зазначимо, що коефіцієнт левериджу в аналіз не включено, оскільки його обов'язкове дотримання встановлено лише з 01 вересня 2025р. [2]. Розраховані показники за 2022-2024 рр. подано в таблиці.

Таблиця. Динаміка показників достатності власного капіталу АТ «Банк Альянс» за 2022-2024 рр.

Показники	Нормативні значення	Фактичні значення		
		2022 р.	2023 р.	2024 р.
Мінімальний розмір регулятивного капіталу (Н ₁), млн грн	≥ 200	1001,19	855,42	1021,85
Норматив достатності регулятивного капіталу (Н _{РК}), %	≥10	15,90	14,18	11,81
Норматив достатності капіталу 1-го рівня (Н _{К1}), %	≥7,5	7,95	7,09	9,65
Норматив достатності основного капіталу 1-го рівня (Н _{ОК1}), %	≥5,625	7,95	7,09	9,65

Джерело: Складено авторкою на основі [3].

Аналіз динаміки нормативів достатності власного капіталу даного банку за 2022-2024 рр. свідчить про здатність банку підтримувати показники на рівні, що відповідає вимогам НБУ. Мінімальний розмір регулятивного капіталу у всі досліджувані роки суттєво перевищував норматив ≥200 млн грн, а показники достатності регулятивного капіталу (Н₁) та основного капіталу 1-го рівня (НОК₁) демонстрували позитивну відповідність встановленим вимогам. У 2023 році норматив капіталу 1-го рівня (НК₁) тимчасово знизився до 7,09%, що є нижчим за норматив. Однак у 2024 році він зріс до 9,65%, що свідчить про відновлення та зміцнення капіталізації банку. Отже, банк забезпечує достатній рівень капіталізації для покриття ризиків та підтримання фінансової стабільності. Позитивна тенденція відновлення показників у 2024 році свідчить про здатність банку адаптуватися до змін ринкових умов, зберігати стійкість та відповідати регуляторним вимогам НБУ щодо адекватності власного капіталу.

Значущість дослідження полягає в тому, що оцінка нормативів достатності власного капіталу дозволяє визначити рівень надійності та ефективності регулювання діяльності комерційного банку. Дотримання вимог щодо адекватності власного капіталу є важливою умовою стійкої роботи банку, здатності протистояти ризикам та забезпечувати фінансову безпеку клієнтів.

Підводячи підсумок, можна стверджувати, що нормативи достатності власного капіталу є ключовим інструментом регулювання та підтримання фінансової стійкості комерційного банку. Їх дотримання забезпечує здатність банку покривати можливі збитки, підтримувати ліквідність і залишатися платоспроможним навіть за несприятливих

економічних умов. Виконання цих нормативів сприяє підвищенню надійності банку, зміцненню довіри клієнтів та формуванню підґрунтя для стабільного розвитку банківської установи.

Література

1. Про затвердження Інструкції про порядок регулювання діяльності банків в Україні: Постанова Нац. банку України від 28.08.2001 №368 (поточна редакція 31.08.2025р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0841-01#Text> (дата звернення: 27.11.2025).

2. Встановлено мінімальне значення коефіцієнта левериджу для банків та банківських груп. URL: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/vstanovleno-minimalne-znachennya-koefitsiyenta-leveridju-dlya-bankiv-ta-bankivskih-grup> (дата звернення: 27.11.2025).

3. Наглядова статистика. URL: <https://bank.gov.ua/ua/statistic/supervision-statist> (дата звернення: 28.11.2025).

ОРГАНІЗАЦІЙНА ПОВЕДІНКА ТА АНТИКРИЗОВІ ЛІДЕРСЬКІ КОМПЕТЕНЦІЇ КЕРІВНИКА В СИСТЕМІ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ УКРАЇНИ

Чаплига Ю.І., ст. гр. ПУ-24зм, Хандій О.О., д.е.н., проф.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Сучасна українська система публічного управління функціонує в умовах багатовимірної кризи, зумовленої повномасштабною військовою агресією, необхідністю глибоких внутрішніх реформ, цифровізацією та високими суспільними очікуваннями. У цій ситуації традиційні, ієрархічно-бюрократичні моделі управління виявляються неефективними та навіть деструктивними. Вони породжують управлінський хаос, знижують здатність державних інституцій до оперативного реагування на виклики та підривають довіру громадян. Ключовим чинником подолання цих проблем є трансформація організаційної поведінки (ОП) та розвиток антикризових лідерських компетенцій керівників. Однак ця трансформація зустрічає опір, закорінений у культурі ієрархічної лояльності, кумівства та какістократії – системі, де влада належить не найкомпетентнішим, а найбільш лояльним та пристосованим. Для подолання цієї системної кризи необхідні інноваційні, адаптивні інструменти, здатні швидко змінювати управлінську культуру та поведінкові патерни. Саме таким інструментом, який довів свою ефективність в умовах найвищої невизначеності та ризику – у військовій сфері, – є методика Огляду після дії (ОПД, After Action Review). Її потенціал для адаптації в цивільному публічному управлінні залишається недостатньо дослідженим та реалізованим в українському контексті.

Мета дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні та розробці практичного алгоритму адаптації методики Огляду після дії (ОПД) як інструменту трансформації організаційної поведінки та розвитку антикризових компетенцій керівників в системі публічного управління України. Дослідження спрямоване на демонстрацію того, як ОПД може стати каталізатором переходу від дисфункційної культури «уникнення помилок» до культури «навчання на досвіді», а також інституціоналізувати принципи меритократії та колективної відповідальності.

Діагностика ключових дисфункцій організаційної поведінки в українському публічному управлінні дозволила систематизувати головні перешкоди на шляху формування ефективної організаційної поведінки:

- Домінування какістократії: система, де кадрові рішення приймаються на основі особистої лояльності, кумівства або політичної зручності, а не професійної компетентності та результатів. Це призводить до кадрової деградації, прийняття неякісних рішень та формування замкненого кола «обраних».

- Культура «уникнення помилок» та страху: в умовах жорсткої ієрархії та відсутності захисту від свавілля, державні службовці прагнуть уникати будь-якої особистої відповідальності, приховувати реальні проблеми та звітувати про успіхи, навіть відсутні. Ця парадигма блокує інновації, критичне мислення та здатність організації до навчання.

- «Держава-надмірний регулятор»: взаємодія з громадянами (G2C) та бізнесом (G2B) часто будується на логіці контролю, перевірок та створення бюрократичних бар'єрів, а не сервісу та сприяння. Це породжує корупційні ризики, знижує довіру та ефективність державних послуг.

Аналіз західного (зокрема, американського) досвіду, а також практики Збройних Сил України дозволив визначити сутнісні характеристики ОПД, які роблять його потужним інструментом змін [1-3]:

- Фокус на процес, а не на особу. ОПД не є розслідуванням для пошуку винного. Це структуроване обговорення, зосереджене на аналізі як і чому відбулися ті чи інші події, які рішення були ефективними, а які ні.

- Плюралізм та рівність. У ОПД усім учасникам, незалежно від посади, надається рівне право голосу. Це руйнує авторитарну динаміку та заохочує до відвертості.

- Швидкий цикл навчання. Огляд проводиться безпосередньо після завершення заходу, проекту або кризового реагування, що дозволяє негайно «витагнути уроки» та інтегрувати їх у наступні дії.

- Структурованість. Класична модель ОПД базується на чотирьох ключових питаннях: (1) Що планувалося? (2) Що сталося насправді? (3) Чому виникла різниця? (4) Як ми це виправимо/закріпимо наступного разу?

- Формування «папок тяглості». ОПД заохочує до систематизації та документування винесених уроків (як позитивних, так і негативних) у відкритих базах знань, доступних для всіх зацікавлених сторін, що сприяє накопиченню організаційного досвіду.

Алгоритм імплементації ОПД в органи державної влади та місцевого самоврядування, має включати наступні етапи:

Етап 1. Вибір пілотних сфер. Найбільшого ефекту ОПД може досягти в структурах, що працюють в умовах високої динаміки, невизначеності та прямого контакту з людьми: Центри надання адміністративних послуг (ЦНАП), диспетчерські служби комунальних підприємств та енергетики, оперативно-чергові служби рятувальних підрозділів, штаби з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Етап 2. Адаптація питань та процедур. Переклад військової термінології на цивільну. Наприклад, аналіз «операції» чи «місії» замінюється аналізом «реалізації проекту», «надання комплексної послуги» або «ліквідації кризової ситуації». Ключові питання зберігають свою логіку, але формулюються в контексті публічної служби.

Етап 3. Створення безпечного середовища. Найскладніше завдання – подолати культуру страху. Керівник повинен виступити гарантом того, що відвертість на ОПД не призведе до покарань, а буде сприйнята як внесок у спільну справу. Це вимагає зміни власної поведінки лідера та його готовності до конструктивної критики.

Етап 4. Інтеграція з існуючими процесами. ОПД не повинен стати ще однією формальною «нарадою». Його необхідно вбудувати в завершальну фазу будь-якого значущого проекту, кризового реагування або періодично аналізувати стандартні сервісні процеси (наприклад, раз на місяць розглядати роботу ЦНАП за певними типами звернень).

Етап 5. Систематизація результатів. Обов'язкове створення простої, доступної форми (електронної бази) для фіксації винесених уроків, найкращих практик та виявлених системних проблем. Ця база («папки тяглості») має бути доступною для всіх працівників департаменту або установи.

Дослідження доводить, що систематичне використання ОПД безпосередньо сприяє утвердженню меритократії та етики в управлінні. ОПД “знімає покривало” з реальних результатів діяльності команди та окремих фахівців. Успіхи та провали стають видимими не лише для начальства, але й для колег. Це створює об'єктивну основу для оцінки компетентності та внеску, а не для просування за принципом лояльності.

Практика відкритого обговорення помилок формує новий тип відповідальності – не каральний, а навчальний. Співробітники починають відчувати колективну відповідальність за результат, що є основою етичної стійкості. ОПД стає інструментом, що підтримує запропоновану в роботі Модель компетенцій етичної стійкості (Модкомп), засновану на триаді «цілісність – меритократія – відповідальність». Він практично втілює принцип відповідальності та створює середовище, де цілісність і компетентність (меритократія) отримують простір для прояву. Адаптація методики Огляду після дії (ОПД) у систему публічного управління України є не технічним нововведенням, а інструментом глибинної культурної та поведінкової трансформації. Вона пропонує практичний шлях подолання кастократії, страху та неефективної бюрократії. Впровадження ОПД дозволить сформувати середовище психологічної безпеки та довіри в державних органах; прискорити цикл навчання та адаптації установ до кризових викликів; створити прозору, об'єктивну основу для оцінки персоналу та просування за принципами меритократії; накопичувати та поширювати актуальний управлінський досвід, підвищуючи професійний рівень публічної служби в цілому.

Таким чином, ОПД виступає ключовим «смайт-механізмом» для розвитку саме тих антикризових лідерських компетенцій та організаційної поведінки, які є критично необхідними для побудови стійкої, результативної та орієнтованої на служіння громадянам (G4C) системи публічного управління в Україні. Подолання інституційного опору та послідовна імплементація цього інструменту мають стати пріоритетним завданням для керівників нової формації.

Література

1. Brewer-Carias A. R. The fake rule of law and the rise of kakistocracy in Venezuela (Rule of lies and rule of power). New York. 2023. 380 p. URL: <https://allanbrewercarias.com/wp-content/uploads/2023/12/A.R.Brewer-Caeias.-Fake-Rule-of-Law-and-Rise-of-Kakistocracy.-Venezuela-9798891849198.-Dec-2023.-port.pdf>
2. U.S. Army Combined Arms Center. A Leader's Guide to After-Action Reviews. (Training Circular 25-20). 2019.
3. After Action Review (Pause and Learn). URL: https://appel.nasa.gov/wp-content/uploads/2015/11/After-Action-Review_V3.pdf

УПРАВЛІНСЬКІ РІШЕННЯ КОРПОРАЦІЙ В УМОВАХ ВІЙНИ: ПРАВОВІ, ЕТИЧНІ ТА СОЦІАЛЬНО ВІДПОВІДАЛЬНІ ПІДХОДИ

Татаренко І.В., магістр кафедри публічного управління, менеджменту та маркетингу
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Дала

Анотація. У тезах розглянуто специфіку управлінських рішень корпорацій, які функціонують в умовах війни, та обґрунтовано необхідність поєднання правових вимог, етичних норм і принципів соціальної відповідальності. Визначено ключові виклики, з якими стикаються керівники компаній у період воєнного стану, описано можливі моделі реагування та сформовано пропозиції щодо підвищення стійкості корпоративного управління.

Ключові слова: управлінські рішення, корпоративне управління, війна, правове регулювання, соціальна відповідальність бізнесу, етичні стандарти, безпека персоналу, стійкість компанії.

Управлінські рішення корпорацій в умовах війни набувають критичного значення, оскільки саме від них залежить здатність підприємства зберегти життєздатність, виконати соціальні зобов'язання й водночас діяти у рамках чинного законодавства України. Війна створила ситуацію різкої та непередбачуваної зміни зовнішнього середовища, що порушило звичні бізнес-процеси й поставило перед компаніями низку нових вимог. Саме тому актуальність теми полягає в тому, що керівники організацій мають шукати нові моделі управління, які забезпечують одночасно безпеку персоналу, стабільність операцій, дотримання правових норм та етичну легітимність бізнесу. Ця проблема торкається всіх секторів економіки й стала спільним викликом для корпорацій різних форм власності, незалежно від їхніх масштабів і видів діяльності.

Об'єктом дослідження є управлінські рішення компаній, прийняті в умовах воєнного стану, спрямовані на забезпечення безпеки персоналу, адаптацію операційних процесів, підтримку національної економіки та виконання соціальної місії бізнесу. Проблематика полягає у тому, що традиційні моделі корпоративного управління, засновані на передбачуваності та довгостроковому плануванні, виявилися недостатніми для екстремальних умов війни. Компанії мають адаптуватися до руйнування інфраструктури, переміщення працівників, мобілізації персоналу, трансформації ринку, правових змін, кіберзагроз та загального стану невизначеності. Водночас від бізнесу вимагається дотримання підвищених стандартів прозорості, відповідальності та етичності, оскільки у воєнних умовах соціальна роль компанії набуває особливого значення.

У таких умовах одним з першочергових управлінських рішень стає переведення персоналу на дистанційний або змішаний формат роботи з метою зниження ризиків для життя і здоров'я працівників. Це рішення ґрунтується на положеннях Закону України «Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану», який надає роботодавцям можливість оперативно змінювати форму організації праці та визначає правові гарантії працівників під час форс-мажорних обставин. Керівник корпорації, приймаючи таке рішення, фактично реалізує етичний принцип пріоритету людського життя та відповідальності перед колективом.

Іншим ключовим рішенням є створення кризового штабу та впровадження плану безперервності діяльності. Цей механізм дозволяє мінімізувати втрати, швидко відновлювати бізнес-процеси, організовувати релокацію підрозділів, забезпечувати безпеку даних та впроваджувати альтернативні логістичні маршрути. Такі кроки відповідають рекомендаціям державних органів і принципам стійкого корпоративного управління, які активно застосовуються в європейській практиці. Своєчасне прийняття рішень щодо

релокації виробництва або офісу може визначати майбутню долю підприємства та забезпечувати його довгострокову конкурентоспроможність навіть після завершення війни.

Соціальна відповідальність бізнесу в кризовий період стає не додатковим елементом корпоративної стратегії, а основою довіри та згуртованості. Компанії формують фонди підтримки мобілізованих працівників, надають допомогу їхнім родинам, організують психологічну підтримку та сприяють реабілітаційним програмам. Такі дії не регламентуються нормативно, проте відповідають моральним зобов'язанням бізнесу перед суспільством та зміцнюють корпоративну культуру. Окремі компанії перепрофілювали частину виробництва для виготовлення товарів гуманітарного чи оборонного призначення, що відповідає Закону України «Про мобілізаційну підготовку та мобілізацію» і демонструє внесок бізнесу в національну безпеку.

Управлінські рішення в умовах війни також передбачають дотримання принципів прозорості та регулярної комунікації. Акціонери, працівники та партнери повинні отримувати своєчасну інформацію про зміни у виробничих процесах, фінансовий стан компанії, потреби та ризики. Така відкритість зменшує рівень паніки та невизначеності всередині організації, що особливо важливо у воєнний період, і відповідає вимогам законодавства України у сфері корпоративного управління. Компанія, яка зберігає чесність і відкритість, зміцнює довіру з боку суспільства та партнерів, що у довгостроковій перспективі визначає її репутаційний та економічний капітал.

Підсумовуючи, можна запропонувати кілька ключових напрямів удосконалення управлінських рішень у кризових умовах. Корпорації мають формувати комплексні плани безперервності діяльності, які містять сценарії реагування на надзвичайні ситуації; удосконалювати механізми дистанційної роботи та цифрової безпеки; розширювати соціальні програми для працівників; інтегрувати етичні стандарти в усі управлінські процеси; підвищувати рівень взаємодії з державою, військовими та місцевими громадами; створювати корпоративні політики щодо реагування на гуманітарні та оборонні потреби.

Монолітність управлінської системи в умовах війни полягає в здатності поєднувати правову грамотність, етичну стійкість та соціальну відповідальність, формуючи комплексну модель поведінки корпорації, яка здатна забезпечити стабільність діяльності підприємства і виконання його громадянської місії навіть у період найбільших викликів.

Література

1. Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану : Закон України від 15.03.2022 № 2136-IX // Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2136-20>
2. Про товариства : Закон України від 27.07.2022 № 2465-IX // Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2465-20>
3. Про мобілізаційну підготовку та мобілізацію : Закон України від 21.10.1993 № 3543-XII // Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/3543-12>
4. G20/OECD Principles of Corporate Governance. OECD Publishing, 2015. URL: <https://www.oecd.org/corporate/principles-corporate-governance.htm>
5. Міністерство економіки України. Рекомендації для бізнесу в умовах воєнного стану. URL: <https://www.me.gov.ua>

МАРКЕТИНГ В АГРАРНОМУ БІЗНЕСІ: ОСОБЛИВОСТІ ГАЛУЗІ

Голікова В.А., студентка гр. МАР-24зм, Вахлакова В.В., доцент кафедри економіки і підприємництва, к.е.н.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метою даної роботи є поглиблене обґрунтування теоретичних положень та розроблення практично орієнтованих рекомендацій щодо підвищення результативності маркетингової діяльності в аграрній сфері. Особлива увага приділяється формуванню конкурентних переваг сільськогосподарських підприємств, удосконаленню збутових підходів, оптимізації ринкової поведінки та забезпеченню стійкого розвитку аграрного сектору.

Якщо подати структуру агропромислового комплексу у спрощеному вигляді, його можна умовно розділити на три великі групи учасників. Перша група — це фермерські господарства та агропідприємства, що займаються виробництвом продукції рослинництва та тваринництва. Саме вони забезпечують ринок базовою сільськогосподарською продукцією: зерновими, овочами, фруктами, м'ясом, молоком тощо. Друга група — переробні підприємства, які трансформують первинну продукцію у готові товари та постачають їх торговельним мережам і кінцевим споживачам. Досить часто перша й друга групи інтегровані у структуру агрохолдингів і мають спільних власників, хоча це не є обов'язковим. Третя група включає компанії, що забезпечують аграрні та переробні підприємства необхідними ресурсами: насінням і посадковим матеріалом, добривами та засобами захисту рослин, кормами, ветеринарними препаратами, обладнанням, технікою, логістичними та складськими послугами, технологічними рішеннями тощо.

Усі три категорії учасників аграрного ринку потребують чіткої та продуманої маркетингової стратегії, яка здатна забезпечити комерційну результативність їхньої діяльності. Проте акценти маркетингу в кожній групі відрізняються. Для фермерських господарств і агропідприємств ключовою аудиторією здебільшого виступають великі переробники та зовнішні ринки. Переробні підприємства орієнтуються на масового споживача та вимушені адаптувати маркетинг до мінливих запитів населення. Постачальники ресурсів і технологій, які формують третю групу, значною мірою залежать від інформаційних потреб фермерів і переробних компаній: від того, яким чином вони сприймають канали комунікації, як аналізують отримані дані й за якими критеріями обирають постачальників техніки, насіння, добрив чи обладнання.

Протягом тривалого часу аграрний сектор, а особливо виробники, що працюють безпосередньо на землі, вважався досить консервативним щодо використання сучасних методів маркетингу. У літературі й досі зустрічаються твердження, що основою комунікацій у сільському господарстві є «сарафанне радіо», наслідування дій конкурентів та повторення практик великих агровиробників. Частково така думка має підґрунтя, однак тенденції останніх років ясно показують, що підходи аграріїв до ведення бізнесу суттєво змінюються. Поширення іноземних технологій, сучасної техніки та високоякісного посівного матеріалу сприяє переходу агропідприємств до нових стандартів управління, маркетингу та організації бізнес-процесів.

Варто також ураховувати, що аграрний сектор характеризується високою складністю, оскільки маркетингове планування тут нерозривно пов'язане з впливом численних зовнішніх факторів.

Серед ключових чинників необхідно виділити:

- сезонність виробничих процесів і залежність від кліматичних умов;
- вплив міжнародної економічної кон'юнктури;
- державне регулювання ринку;

- тривалі цикли виробництва;
- постійний технологічний прогрес;
- конкурентні взаємовідносини та елементи кооперації;
- трансформації у структурі споживчого попиту.

Зазначені обставини є лише частиною широкого кола факторів, що формують динаміку розвитку агроринку. У таких умовах підприємствам необхідно постійно адаптувати маркетингові стратегії, вдосконалювати систему управління та уникати помилок, які можуть стримувати їх розвиток і знижувати конкурентоспроможність.

Аграрний сектор містить велику кількість різних за розміром та функціоналом учасників, тому у практиці використовуються різні маркетингові підходи та інструменти. Водночас існують спільні елементи, що є актуальними для більшості гравців ринку.

У ході проведеного дослідження вдалося отримати такі основні результати:

1. Уточнено та розширено теоретичні положення маркетингу в аграрному бізнесі, виокремлено його характерні риси, обумовлені сезонністю, залежністю від природних умов, високою волатильністю цін та посиленням вимог споживачів щодо якості продукції.
2. Проаналізовано сучасний стан аграрного ринку, визначено ключові тенденції його розвитку, виявлено основні проблеми функціонування агропідприємств та встановлено перелік чинників, що формують їхню конкурентоспроможність.
3. Проведено оцінювання ефективності маркетингової діяльності конкретного або умовного сільськогосподарського підприємства, у тому числі його товарної, цінової, збутової та комунікаційної політики.

Література

1. Гоголя О.П. Формування системи управління маркетинговою діяльністю. <http://elibrary.nubip.edu.ua/>
2. Іващенко А.А. Особливості управління маркетинговою діяльністю в аграрній сфері. Економіка АПК. 2021. №2. С. 11-14.
3. Bahorka M., Kvasova L., Yakubenko Yu, Comprehensive marketing system as a basis for increasing the competitiveness of trade enterprises in modern conditions of doing business. Food security: modern challenges and mechanisms to ensure: scientific monograph. – Košice: University of Security Management in Košice (Košice, Slovakia) 2023. – 167 p (pp. 115-126).

ДЕПОЗИТНІ ОПЕРАЦІЇ БАНКІВ В УКРАЇНІ: ТЕНДЕНЦІЇ ТА ВИКЛИКИ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

Ярошук В. О., здобувачка вищої освіти на першому бакалаврському рівні, 1 група спеціальності 072 «Фінанси, банківська справа та страхування», Ткачук Н.М., к.е.н., доцентка, доцентка кафедри фінансів, банківської справи, страхування та фондового ринку
Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова

Депозитні операції є важливим джерелом формування ресурсної бази банків, оскільки забезпечують стабільний приплив коштів від населення та бізнесу. Саме вони визначають можливості банків у фінансуванні економіки та підтриманні ліквідності банківської системи. Проте, в умовах воєнного періоду депозитний ринок України зазнає значного тиску: знижується фінансова стабільність, зростають ризики, а довіра населення та підприємств коливається під впливом безпекових та економічних факторів. Тому аналіз тенденцій і викликів депозитних операцій у цей період є важливим для розуміння стійкості банківської системи.

Найповніше й офіційно закріплене визначення депозитних операцій подане в Положенні про порядок здійснення банками України вкладних (депозитних) операцій та операцій з ощадними сертифікатами банку, затвердженому Постановою Правління НБУ від від 11.07.2024 р. №516. У документі депозитні операції визначаються як операції банку із залучення грошових коштів або банківських металів від вкладників на договірних засадах або як депонування коштів із оформленням ощадних сертифікатів [1]. Тлумачення вважається доцільним, оскільки спирається на чинне нормативне регулювання, охоплює ключові елементи депозитної діяльності та забезпечує юридичну точність викладу.

Для повнішого розуміння особливостей депозитних операцій вітчизняних банків важливо звернутися не лише до нормативного визначення, а й до фактичної динаміки депозитних ресурсів банківської системи. Умови воєнного стану суттєво вплинули на поведінку вкладників, структуру строків розміщення коштів, рівень ліквідності банків та загальні тенденції формування депозитного портфеля банків. Тому кількісні показники за останні роки дають можливість побачити, як змінювалися обсяги залучених ресурсів, які строки залишалися найбільш популярними серед резидентів та наскільки гнучко банківська система адаптувалася до зовнішніх викликів. На основі цих даних можна оцінити стабільність депозитної бази, виявити ключові тенденції й окреслити проблемні аспекти (таблиця).

Таблиця. Динаміка депозитного портфеля банків за строками розміщення за 2019–2024 рр., млрд. грн*

Рік	Депозити				Сукупний обсяг
	на вимогу	до 1 року	від 1 до 2 років	більше 2 років	
2020	805,9	395,7	129,9	16,6	1348,1
2021	1007,2	350,4	128,6	17,7	1503,9
2022	1371,9	390,8	116,0	15,0	1893,9
2023	1613,4	667,3	96,3	18,0	2395,1
2024	1930,8	678,9	145,9	22,1	2777,7
Динаміка 2024 до 2020, %	239,6	171,6	112,3	133,1	206,0

*Примітка. Складено автором на основі [2].

У 2024 р., порівняно із 2020 р., сукупний обсяг депозитів істотно зріс: показник 206,0 % свідчить, що він більш ніж удвічі перевищив рівень 2020 року. Кошти на вимогу збільшилися до 239,6 %, депозити до 1 року – до 171,6 %, від 1 до 2 років – до 112,3 %, а

понад 2 роки – до 133,1 %. Така динаміка зумовлена поєднанням посилення довіри до банківської системи, зростання дохідності депозитів і державних гарантій за вкладами, а також воєнною невизначеністю, яка спонукає вкладників віддавати перевагу більш ліквідним і короткостроковим формам зберігання заощаджень. Наведені зміни дають змогу нам виокремити ключові тенденції розвитку депозитних операцій банків сьогодні:

- стабільне зростання обсягів депозитів резидентів (фізичних і юридичних осіб), що підтверджує збереження довіри вкладників до банківської системи та її здатність акумулювати тимчасово-вільні фінансові ресурси;
- посилення ролі короткострокових та високоліквідних вкладень, оскільки клієнти віддають перевагу інструментам, які забезпечують швидкий доступ до коштів та гнучкість у керуванні заощадженнями;
- зростання частки депозитів «на вимогу», що свідчить про переорієнтацію вкладників на більш мобільні форми розміщення коштів та оптимізацію власної фінансової поведінки.

Розглянуті тенденції дозволяють оцінити загальні зміни в структурі та динаміці депозитного портфеля резидентів України. Водночас, розвиток депозитного ринку значною мірою залежить від зовнішніх факторів, які впливають на стабільність банківської системи. В умовах воєнного стану ринок депозитів в Україні стикається з кількома серйозними проблемами [3, с. 139]:

- висока інфляція та девальвація гривні (зниження купівельної спроможності національної валюти спричиняє падіння реальної дохідності депозитів і робить їх менш привабливими для вкладників);
- обмеження на готівкові та валютні операції (регуляторні ліміти ускладнюють доступ клієнтів до власних коштів і зменшують гнучкість у їх використанні);
- проблеми ліквідності банківських установ (підвищені вимоги до ліквідних активів створюють ризики затримок у виконанні депозитних зобов'язань);
- скорочення економічної активності населення та бізнесу (зниження доходів та ділової активності обмежує можливість формування заощаджень);
- загрози фізичній та інфраструктурній безпеці (руйнування відділень і інфраструктури ускладнює доступ до банківських послуг і стабільну роботу установ).

Таким чином, депозитні операції банків України в умовах воєнного стану демонструють поєднання стійких тенденцій розвитку та суттєвих викликів, що впливають на їх ефективність. Динаміка депозитного портфеля банків свідчить про здатність банківської системи акумулювати ресурси навіть за підвищеної невизначеності, проте зміна структури вкладів та зростання частки короткострокових депозитів відображають обережність вкладників. Водночас, зовнішні економічні й фінансові фактори формують додаткові ризики, які обмежують можливості банків у стабільному залученні ресурсів. Сукупність цих аспектів підкреслює необхідність подальшого зміцнення депозитної політики та адаптації банківських операцій до умов воєнного стану.

Література

1. Про затвердження Положення про порядок здійснення банками України вкладних (депозитних) операцій та операцій з ощадними сертифікатами банку: Постанова Правління НБУ від 11.07.2024 р. №516. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1256-03#Text> (дата звернення: 21.11.2025).
2. Національний банк України. Статистика фінансового сектору. URL: <https://bank.gov.ua/ua/statistic/sector-financial>. (дата звернення 21.11.2025).
3. Козій Н. С., Вертій С. С. Депозитна політика банків в умовах воєнного стану. Актуальні проблеми економіки. 2024. № 3 (273). С. 135–141.

**МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ РОЗВИТКУ
ПІДПРИЄМСТВ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ**

Вертелецький О.Б., аспірант, спеціальність 073 менеджмент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Малий та середній бізнес (МСБ) у більшості країн світу є основою економічного розвитку, інноваційності та зайнятості. Його підтримка та стимулювання давно стали стратегічним пріоритетом економічної політики розвинених держав. Міжнародний досвід переконливо демонструє, що ефективні моделі розвитку МСБ базуються на поєднанні фінансових, інфраструктурних, освітніх та цифрових інструментів, які в комплексі формують цілісну екосистему підприємництва. Узагальнення практик Європейського Союзу, США, Канади та країн Азії дає змогу виокремити ключові принципи, адаптовані до потреб сучасної української економіки. [1]

У Європейському Союзі підтримка МСБ реалізується через комплексні програми, що поєднуються в рамки Single Market Programme (SMP), де «SME pillar» забезпечує наступність найуспішніших інструментів програми COSME, зокрема підтримку доступу до ринків, формування сприятливого бізнес-середовища та стимулювання підприємництва. Значну роль відіграють також інфраструктурні інструменти – мережа Enterprise Europe Network, бізнес-інкубатори, кластери, акселератори, центри підтримки експорту – які допомагають МСБ інтегруватися в єдиний ринок ЄС та міжнародні ланцюги створення вартості [2].

У США політика підтримки малого бізнесу зосереджена навколо діяльності U.S. Small Business Administration (SBA), яка, зокрема, реалізує програми гарантування кредитів. SBA-гарантовані кредити дають змогу банкам зменшити ризики та кредитувати підприємства, що не можуть отримати фінансування на звичайних умовах. Додатково, через програми Small Business Innovation Research (SBIR) та Small Business Technology Transfer (STTR) надаються гранти для інноваційних МСБ, які здійснюють науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи з високим потенціалом комерціалізації. Така модель поєднання кредитних гарантій та грантової підтримки стимулює як доступ до фінансування, так і інноваційний розвиток підприємств. [3]

Канада використовує гібридну модель підтримки, в якій важливе місце займає Industrial Research Assistance Program (NRC IRAP) Національної дослідницької ради Канади. Ця програма є провідним інструментом інноваційної підтримки МСБ і надає підприємствам консультації, контакти та фінансову допомогу для розробки та впровадження нових технологій, продуктів і послуг. NRC IRAP орієнтована саме на малий та середній бізнес і підтримує компанії на різних етапах інноваційного циклу, від прикладних досліджень до комерціалізації, що підвищує технологічну конкурентоспроможність країни [4].

В азійських країнах значний акцент робиться на цифровій трансформації бізнесу. У Сінгапурі діють цільові програми Productivity Solutions Grant (PSG) та SMEs Go Digital, адміністровані Enterprise Singapore спільно з галузевими агентствами. Програма PSG співфінансує до 50 % витрат малих та середніх компаній на впровадження затверджених IT-рішень та обладнання, спрямованих на автоматизацію процесів і підвищення продуктивності. Ініціатива SMEs Go Digital допомагає підприємствам обирати відповідні цифрові рішення та поетапно переходити до більш просунутих рівнів цифрової зрілості. Такий підхід демонструє, як державні грантові інструменти можуть прискорювати цифровізацію МСБ і формувати конкурентні переваги на глобальних ринках. [5]

Міжнародний досвід засвідчує, що розвиток малого та середнього бізнесу є результатом не окремих ініціатив, а цілісної державної політики, яка поєднує фінансові, інфраструктурні, цифрові та освітні інструменти. У країнах ЄС, США, Канади та Сінгапуру

можна спостерігати системність, довгостроковість та передбачуваність політик підтримки, що створює стабільне середовище для роботи МСБ та залучення інвестицій.

По-перше, спільним для успішних держав є доступність фінансування. Використання кредитних гарантій (ЄС, США) знижує ризики банків та стимулює їх кредитувати малий бізнес. Грантові програми на інновації (SBIR/STTR у США, IRAP у Канаді, PSG у Сінгапурі) створюють можливості для підприємств інвестувати у високотехнологічні продукти та модернізувати виробництво. Таким чином, фінансові інструменти, спрямовані не лише на короткострокові потреби, а й на довгострокову інноваційну активність, забезпечують сталий розвиток сектору.

По-друге, провідні економіки світу активно формують бізнес-інфраструктуру, яка охоплює інкубатори, акселератори, кластери, технологічні парки та консалтингові мережі (наприклад, Enterprise Europe Network). Ця інфраструктура дає підприємцям доступ до експертної підтримки, інноваційних просторів, менторства, міжнародних партнерів та ринків. Вона відіграє критичну роль у скороченні бар'єрів входу на ринок, підвищенні знань і компетенцій підприємців та формуванні інноваційних екосистем.

По-третє, цифрові інструменти стають ключовими драйверами конкурентоспроможності. Сінгапур та Південна Корея демонструють, що цілеспрямована цифровізація малого бізнесу (через субсидії на ІТ-рішення, програми автоматизації, онлайн-платформи підтримки) призводить до підвищення продуктивності, зниження операційних витрат і розширення можливостей для експортної діяльності. У країнах ЄС державні сервіси максимально переведені в електронний формат, що значно зменшує адміністративне навантаження на підприємців. Цифрова трансформація стає не просто додатковою опцією, а необхідною умовою конкурентоспроможності.

По-четверте, міжнародний досвід підкреслює важливість інтеграції МСБ у глобальні ланцюги створення вартості. Інструменти підтримки експорту, менторські програми, міжнародні мережі сприяють тому, що підприємства швидше виходять на іноземні ринки, використовують можливості міжнародної кооперації та підвищують продуктивність. Експортно орієнтоване МСБ стає каталізатором економічного зростання та підвищення національної конкурентоспроможності.

П'ятим ключовим висновком є те, що успішна політика розвитку МСБ завжди будується на довгостроковості та передбачуваності. У країнах ЄС програми підтримки розраховані на період у 7 років (SMP), у США SBA працює в стабільному нормативному полі понад 70 років, а Канада десятиліттями розвиває IRAP. Це створює довіру підприємців до державних інститутів і дозволяє їм планувати інвестиції на роки вперед.

Отже, міжнародний досвід доводить: успішний розвиток МСБ можливий лише за наявності системної державної політики, орієнтованої на інновації, цифровізацію та глобальну інтеграцію. Україна має всі передумови, щоб використати ці практики для створення конкурентоспроможної економіки, здатної до швидкого зростання, відновлення та стійкості у довгостроковій перспективі.

Література

1. OECD. Financing SMEs and Entrepreneurs 2025: An OECD Scoreboard – Highlights. OECD Publishing, 2025. (Офіційний огляд тенденцій фінансування МСБ та інструментів політики у ~50 країнах). Доступ: <https://surl.lt/tjlyon>

2. European Innovation Council and SMEs Executive Agency (EISMEA). Support to SMEs – Single Market Programme (SMP), SME pillar. (Опис SME-pillar SMP та наступності інструментів COSME для підтримки конкурентоспроможності МСБ, підприємництва та доступу до ринків.) Доступ: <https://surl.li/xuomlf>

3. U.S. Small Business Administration. Funding programs for small businesses (SBA-guaranteed loans; SBIR/STTR R&D grants). Доступ: <https://surl.li/rxfouj>

4. National Research Council Canada. About the NRC Industrial Research Assistance Program (NRC IRAP). (Офіційний опис IRAP як провідної програми інноваційної підтримки канадських МСБ – консультації, зв'язки, фінансування.) Доступ: <https://surl.lu/fukiqr>

5. Enterprise Singapore / IMDA. Productivity Solutions Grant (PSG) та SMEs Go Digital – програми цифровізації МСБ Сінгапуру. Доступ: <https://surli.cc/naisxm>

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПУБЛІЧНОМУ УПРАВЛІННІ

Герасименко К.І., група ПУА - 25зм

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Цифровізація стала ключовим напрямом модернізації публічного управління в Україні. Особливо актуальним розвиток цифрових технологій є в умовах воєнного стану, коли держава має забезпечити безперервність надання послуг, стійкість інфраструктури та захист даних. Сучасні дослідження доводять, що цифрові інструменти значно підвищують ефективність взаємодії між органами влади та громадянами, сприяючи прозорості та швидкості прийняття рішень [2]. Попри значний прогрес у цифровізації, Україна стикається з низкою проблем у розвитку цифрових технологій у публічному секторі.

Таблиця. Перспективні цифрові технології у публічному управлінні: переваги та недоліки

Цифрова технологія	Позитивні сторони	Негативні сторони
Єдині державні реєстри	Швидкий обмін даними; зменшення бюрократії; прозорість	Кібератаки; застарілі системи; ризик витоку даних
Електронні послуги	Доступність 24/7; зменшення корупції; зручність для громадян	Перебої електроенергії; цифрова нерівність; технічні ризики
Електронна ідентифікація та цифрові документи	Безпечна автентифікація; швидкість отримання послуг	Залежність від мобільних застосунків та серверних потужностей
Штучний інтелект	Автоматизація процесів; прогнозування; аналітика	Алгоритмічні помилки; нестача експертів; правові невизначеності
Big Data	Обґрунтовані державні рішення; антикорупційний аналіз	Фрагментарність даних; ризики конфіденційності
Хмарні технології	Стійкість даних; резервні копії; масштабованість	Залежність від провайдерів; потреба у високому рівні кіберзахисту
Блокчейн	Неможливість фальсифікації; прозорість; довіра	Висока вартість; складність інтеграції в реєстри
GIS-системи	Картографічна аналітика; підтримка управлінських рішень	Необхідність точних даних та кваліфікованих фахівців
Е-демократія	Залучення громадян; прозорість влади	Маніпуляції; інформаційні атаки; цифрова нерівність

Основними викликами є:

– зростання кількості кібератак на державні системи. Частими є DDoS-атаки, спроби зламу реєстрів, поширення шкідливих програм та фішингових кампаній. Потрібні значні

інвестиції в сучасні засоби захисту, криптографію, резервне копіювання даних та хмарні інфраструктури;

– фрагментованість державних реєстрів та недостатній рівень їх взаємодії; Значна кількість реєстрів і систем розроблялися різними органами та не інтегровані між собою. Воєнний стан загострив проблему, оскільки важлива оперативна робота із даними (соцвиплати, переміщення населення, військовий облік) [1];

– цифрова нерівність серед населення та органів місцевого самоврядування. Частина населення втратила доступ до цифрових сервісів через релокацію, відсутність стабільного Інтернету, пошкодження мереж. Люди похилого віку та внутрішньо переміщені особи мають складнощі з отриманням послуг у форматі «Digital by default», як слідство зростає потреба в офлайн-альтернативах, цифровій освіті та адаптивних сервісах;

– нестача кваліфікованих ІТ-кадрів у державному секторі. Значна частина ІТ-фахівців мобілізована або працює у приватному секторі, де вищі зарплати. Державні органи не завжди можуть залучити спеціалістів для роботи з ШІ, кібербезпекою, Big Data, хмарними технологіями. Це призводить до уповільнення цифрових проєктів в результаті недостатньої компетентності персоналу;

– відсутність достатнього нормативно-правового регулювання інноваційних технологій. Впровадження новітніх техноогій, особливо в органах державної влади, потребує значної підтримки з боку законодавчих ініціатив і юридичного захисту, які б надавали впевності користувачам і інститутам влади в доцільності їх застосування;

– ризики втрати приватності та етичні ризики. Штучний інтелект й систем автоматизації можуть загрожувати правам людини в умовах обмежень воєнного стану. Порушення приватності можливе через інтенсивну роботу із персональними та чутливими даними [1].

Але на дивлячись на всі перераховані загрози використання перспективних цифрових технологій у публічному управлінні, вони дозволяють ефективніше організувати взаємодію між владою та суспільством, покращувати управлінські процеси та забезпечувати прозорість діяльності державних органів. Європейські моделі цифрового врядування демонструють значний потенціал таких технологій, як штучний інтелект, big data, хмарні сервіси, блокчейн та інтегровані реєстри [3].

Цифрові технології відіграють ключову роль у модернізації публічного управління та підвищенні його стійкості під час війни. Вони забезпечують прозорість, ефективність та швидкість управлінських процесів, а також сприяють зміцненню довіри громадян до держави. Проте реалізація цифрових рішень потребує удосконалення нормативної бази, підвищення рівня кіберзахисту, розвитку кадрового потенціалу та створення надійної інфраструктури.

Література

1. Analytical report: Opinions and views of Ukrainians on the state of electronic services 2024 [Електронний ресурс]. – Київ : ПРООН в Україні, 2025. – URL: <https://www.undp.org/ukraine/publications/analytical-report-opinions-and-views-ukrainians-state-electronic-services-2024> (дата звернення: 19.11.2025).

2. Шестаковська Т. Л. (2023). Аналіз тенденцій та викликів впливу цифрових технологій на публічне управління. *Economic Synergy*, (2), 8–22. <https://doi.org/10.53920/ES-2023-2-1>

3. Бира І.Р. (2025) Вплив цифрової мобільності на ефективність публічної служби. *Держава та регіони Серія: Публічне управління і адміністрування*, (2), 116–122. <https://doi.org/10.32782/1813-3401.2025.2.16>

МОТИВАЦІЯ У ВІЙСЬКОВИХ СТРУКТУРАХ

Пузіков В.Р., група ПУА-25зм, Овчаренко Є.І., д.е.н., професор кафедри публічного управління, менеджменту та маркетингу
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

З початком повномасштабного вторгнення росії в Україну розпочався новий етап російсько-української війни. Перед Збройними Силами України постало завдання збереження незалежності та територіальної цілісності, та не менш важливим життя військовослужбовцям. На перший план виходить проблема готовності військових до бойової та інших видів служб.

Метою роботи є виявлення психологічних і професійно-мотиваційних чинників, що впливають на ефективність служби військовослужбовців в умовах сучасних викликів, а також розробка практичних рекомендацій щодо підвищення рівня внутрішньої мотивації у військових підрозділах України.

У військових структурах України сучасні умови служби — підвищена небезпека, невизначеність, тривалий стрес — вимагають нових підходів до мотивації. Дослідження показують, що внутрішня мотивація (усвідомлення значущості служби, відданість місії, професіоналізм) набуває дедалі більшого значення порівняно з традиційними зовнішніми стимулами [1].

Формування мотиваційного клімату у військовому підрозділі притягує такі складові: лідерство, довіра між командиром і особовим складом, згуртованість, психологічна підтримка. Дослідження вказують на те, що мотивація військовослужбовців за контрактом має кілька типів і рівнів, які залежать від рівня залученості у службу, бойового досвіду та можливостей кар'єрного росту [2].

Інші дослідження свідчать, що військовослужбовці з бойовим досвідом демонструють вищу адаптивність, але нижчу емоційну гнучкість, що впливає на структуру їх мотивації: вони більше орієнтовані на відповідальність, колективну взаємодію, суспільну користь [3].

Отже, результати показують, що ефективна система мотивації у військовій структурі має включати: розвиток внутрішньої мотивації через зміцнення відчуття місії, професійної гідності, згуртованості; підтримку лідерства, яке формує довіру, відкритість, справедливість; комбінування зовнішніх стимулів (матеріальних, кар'єрних) з внутрішніми (смысл служби, командна єдність). Наявність лише одного типу стимулів значно знижує ефективність мотивації у військовому контексті.

Значущість дослідження. Удосконалення системи мотивації військових є стратегічно важливим для підвищення боєздатності, стійкості та згуртованості військових формувань. Розуміння психологічних механізмів мотивації дозволяє керівництву армії більш точно планувати кадрову політику, створювати умови, що сприяють професійному росту, залученості та довготривалій службі. Це сприяє зміцненню обороноздатності держави та підвищенню морально-психологічного стану особового складу.

Література

1. Остапенко О.А., Яценко В.А. «Основні аспекти дослідження системи внутрішньої мотивації військовослужбовців в умовах війни». Ефективність державного управління, 1(78/79), 2024. URL: <https://epa.nltu.edu.ua/Archive/78/s15.pdf>
2. Гуляк У. «Професійна мотивація військовослужбовців: досвід іноземних армій». Вісник Національного університету оборони України, 67(3), 2022, 47-55. URL: <http://visnyk.nuou.org.ua/article/view/258326/255294>
3. Перепелиця І. «Психологічні чинники розвитку професійної мотивації військовослужбовців з різним характером досвіду професійної діяльності». Вісник

МАРКЕТИНГ ВІДНОСИН ІЗ ПАЦІЄНТАМИ ЧЕРЕЗ ЕФЕКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ МЕДИЧНИХ ПОСЛУГ І ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ В ПРИВАТНИХ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДАХ УКРАЇНИ

Тиць С.Г., група МАР-24зм, Мироненко А.В., група МАР-24зм,
Сафронська І.М., к.е.н., доц.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Сучасна приватна медицина в Україні розвивається в умовах зростання конкуренції, підвищення очікувань пацієнтів і активної цифровізації. Ці фактори зумовлюють потребу у впровадженні нових технологічних рішень, серед яких ключову роль відіграє телемедицина. Вона поєднує медичну практику з цифровими технологіями, забезпечуючи дистанційну взаємодію лікаря й пацієнта, що підвищує доступність і якість медичних послуг. Телемедичні сервіси дозволяють пацієнтам отримувати консультації без відвідування клініки, економити час і кошти, а лікарям - ефективніше використовувати робочий час і здійснювати моніторинг стану здоров'я пацієнтів. Такі технології особливо важливі для мешканців віддалених регіонів і пацієнтів із хронічними захворюваннями. Впровадження телемедицини сприяє переходу приватних клінік до клієнтоорієнтованої моделі медицини, у якій важливими стають не лише якість лікування, а й комфорт, зручність і довіра пацієнта. У цьому контексті ефективним інструментом є маркетинг відносин, що базується на персоналізованій комунікації, підтримці пацієнтів і формуванні довгострокової лояльності.

Приватний сектор медицини демонструє стаке зростання, що пояснюється обмеженими можливостями державної системи охорони здоров'я та підвищенням попиту на якісні й оперативні послуги. Такі клінічні мережі, як ISIDA, Добробут, Into-Sana, Universum Clinic активно впроваджують цифрові рішення, розширюють спектр онлайн-сервісів і створюють власні мобільні застосунки для дистанційної взаємодії з пацієнтами. Саме під час війни ці сервіси набули особливої актуальності, адже дозволяють лікарям консультувати пацієнтів, які були змушені евакуюватися або перебувають у тимчасово окупованих чи прифронтових регіонах, забезпечуючи безперервність медичного супроводу.

Ринок телемедичних послуг в Україні розвивається динамічно, особливо після пандемії COVID-19, коли суспільство оцінило зручність онлайн-консультацій. Платформи Helsi.me, Doctor Online, Medikit, Doc.ua стали важливими елементами цифрової інфраструктури охорони здоров'я. Результати соціологічних досліджень свідчать, що більшість пацієнтів приватних клінік оцінюють якість медичних послуг за такими критеріями, як професіоналізм лікарів, доступність інформації, зручність комунікації та комфорт обслуговування. Близько половини респондентів готові користуватися телемедициною за умови гарантії конфіденційності, надійності сервісу та можливості вибору спеціаліста. Саме рівень довіри до медичного закладу та ефективність комунікації стають визначальними факторами лояльності пацієнтів, що підкреслює важливість маркетингу відносин у розвитку телемедичних сервісів.

Успішні приклади позиціонування телемедицини в Україні демонструють значення поєднання технологічної інноваційності, якості медичної експертизи та брендової довіри. Так, Helsi.me позиціонує себе як універсальну платформу для управління медичними записами й онлайн-консультацій, а Doctor Online розвиває персоналізовані програми супроводу пацієнтів і активно використовує інструменти контент- та соціального маркетингу для формування спільноти користувачів.

Попри активний розвиток і очевидні переваги, телемедицина в Україні стикається з низкою проблем, що уповільнюють її повноцінне впровадження та масштабування. Передусім це недосконала нормативно-правова база: відсутність чітких стандартів щодо проведення дистанційних консультацій, зберігання та захисту медичних даних, а також механізмів офіційного визнання результатів телемедичних обстежень. Через це частина лікарів і клінік не готові брати на себе юридичну відповідальність за онлайн-діагностику чи лікування.

Важливим бар'єром залишається недостатня цифрова інфраструктура, особливо у сільських районах і прифронтових зонах, де обмежений доступ до стабільного інтернету та сучасних технічних засобів. Це ускладнює рівний доступ громадян до телемедичних послуг і знижує ефективність системи загалом.

Не менш значущою проблемою є низький рівень цифрової грамотності частини населення та медичного персоналу. Багато пацієнтів, особливо літнього віку, мають труднощі з користуванням онлайн-платформами, а лікарі не завжди мають достатню підготовку для ефективної роботи в цифровому середовищі.

Серед економічних чинників варто відзначити нестачу фінансування та інвестицій у розвиток телемедицини. Для багатьох приватних клінік упровадження сучасних технологій потребує значних витрат на обладнання, програмне забезпечення та навчання персоналу, що не завжди виправдано з погляду короткострокової рентабельності.

Крім того, існує проблема довіри пацієнтів до онлайн-медицини. Частина споживачів сумнівається в ефективності дистанційних консультацій, побоюється розголошення персональних даних або відчуває нестачу «живого» контакту з лікарем. Так, за дослідженнями, проведеними медичним центром Лікую, зазначається, що «лише 35% українців готові довіряти лікарям онлайн» [1]. Формування довіри до телемедицини потребує активної інформаційної та освітньої роботи, спрямованої на підвищення обізнаності щодо переваг і безпеки таких послуг.

В умовах війни ці проблеми посилюються: зруйнована інфраструктура, перебої з електропостачанням і зв'язком, а також міграція населення створюють додаткові труднощі для стабільного функціонування телемедичних платформ. Проте водночас війна стала каталізатором переосмислення ролі цифрової медицини як критично важливого інструменту забезпечення доступності медичної допомоги.

Перспективи розвитку телемедицини в Україні пов'язані з розширенням доступності та якості медичних послуг завдяки цифровим технологіям. Очікується подальша інтеграція телемедичних платформ у систему охорони здоров'я, включно з дистанційними консультаціями, електронними рецептами, моніторингом стану здоров'я та теледіагностикою. Важливим чинником розвитку стане вдосконалення нормативно-правової бази та стандартизація процесів, що забезпечить легітимність послуг, захист даних і підвищить довіру пацієнтів. Особливий потенціал мають мобільні додатки, аналітика даних і штучний інтелект, які сприятимуть своєчасному виявленню ризиків і підвищенню ефективності лікування. Телемедицина стає критично важливою в умовах війни та післявоєнного відновлення, забезпечуючи доступ до медичної допомоги для пацієнтів у віддалених або небезпечних регіонах.

Для стійкого розвитку телемедицини необхідні інвестиції у цифрову інфраструктуру, підготовка медичних кадрів, підвищення цифрової грамотності населення та активна комунікація для зміцнення довіри [2]. Це дозволить створити ефективну, безпечну та доступну систему медичного обслуговування, що відповідає сучасним потребам пацієнтів.

Отже, для подальшого розвитку телемедицини в Україні необхідне комплексне вирішення організаційних, технічних, правових і соціально-психологічних проблем - створення чіткої законодавчої бази, інвестиції в цифрову інфраструктуру, навчання

медперсоналу та підвищення довіри населення до нових форматів медичного обслуговування, бо розвиток телемедицини в умовах війни є не лише технологічним кроком уперед, а й стратегічним напрямом у системі управління якістю медичних послуг.

Література

1. Розвиток телемедицини в Україні: реальність чи перспектива. URL: <https://likuyu.clinic/rozvytok-teledycyny-v-ukrayini-realnist-chy-perspektyva/> (дата звернення: 03.11.2025).

2. Жуковська А. Маркетинг телемедицини: особливості здійснення та значення для системи охорони здоров'я. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2023.04.321>

СОЦІАЛЬНИЙ МАРКЕТИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ ПОЗИТИВНОЇ РЕПУТАЦІЇ ОНЛАЙН-КЛІНІКИ В ЦИФРОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Борхаленко М.В., група МОЗ-24зм, Янін П.П., група МАР-24зм,
Сафронська І.М., к.е.н., доц.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Сучасні тенденції цифрової трансформації системи охорони здоров'я в Україні зумовлюють активний розвиток онлайн-медицини та впровадження інноваційних комунікаційних підходів до взаємодії з пацієнтами. В умовах стрімкого поширення цифрових технологій медичні заклади дедалі частіше використовують онлайн-платформи для надання консультацій, супроводу лікування, профілактики та реабілітації [1]. У цьому контексті особливого значення набуває соціальний маркетинг, який виступає ефективним інструментом побудови довіри, підвищення рівня поінформованості населення та формування позитивного іміджу онлайн-клініки.

Застосування принципів соціального маркетингу у цифровому середовищі дозволяє медичним установам не лише популяризувати власні послуги, а й підкреслити соціальну відповідальність, етичність та відкритість у комунікації з пацієнтами. Це сприяє підвищенню корпоративної репутації онлайн-клінік, розширенню доступу до якісної медичної допомоги та зміцненню довіри до системи електронної охорони здоров'я в цілому. Таким чином, соціальний маркетинг стає невід'ємною складовою стратегії репутаційного менеджменту в умовах цифрової трансформації медичної галузі України.

Розвиток цифрових технологій суттєво змінює способи комунікації між медичними закладами та споживачами медичних послуг. Онлайн-клініки, які функціонують у форматі телемедицини, стають важливими суб'єктами цифрового ринку охорони здоров'я. У таких умовах корпоративна репутація перетворюється на стратегічний актив, що визначає конкурентоспроможність, рівень довіри пацієнтів та ефективність маркетингової діяльності.

Соціальний маркетинг як концепція, спрямована на задоволення суспільних потреб і підвищення добробуту населення, набуває нового змісту у сфері e-Health. Застосування його принципів в онлайн-клініках сприяє формуванню стійкої позитивної репутації, адже фокусує увагу на соціальній відповідальності, етичності комунікацій, прозорості діяльності та турботі про пацієнта.

Основними інструментами соціального маркетингу в онлайн-клініках є:

- інформаційно-просвітницькі кампанії з питань профілактики захворювань і здорового способу життя;
- підтримка соціальних ініціатив (безкоштовні консультації, благодійні програми, онлайн-освіта для пацієнтів);
- цифрові комунікації у соціальних мережах, що підкреслюють відкритість, турботу та надійність бренду медичного закладу.

Ефективна репутаційна стратегія онлайн-клініки передбачає інтеграцію соціального маркетингу у систему управління якістю медичних послуг. Це дозволяє не лише залучати нових пацієнтів, а й зміцнювати емоційний зв'язок із постійними користувачами сервісу, формуючи лояльність і довіру. Водночас репутаційний менеджмент має бути системним процесом, що охоплює моніторинг відгуків, управління кризовими ситуаціями та підтримку позитивного іміджу в медіапросторі.

Соціальний маркетинг є ефективним інструментом формування позитивної репутації онлайн-клініки, адже поєднує соціальну відповідальність із маркетинговими цілями. Його використання сприяє зростанню довіри пацієнтів, підвищенню якості комунікації та зміцненню конкурентних позицій медичного бренду в цифровому середовищі.

Література:

1. Про схвалення Стратегії розбудови телемедицини в Україні. Розпорядження КМУ від 14 липня 2023 р. № 625-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/625-2023-p#Text> (дата звернення: 03.11.2025).

МОДЕРНІЗАЦІЯ АДМІНІСТРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ОРГАНІВ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Колос О.О., група ПУА-25зм, Христенко Л.М., к.е.н., доцент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Адміністративний контроль є ключовим елементом забезпечення законності діяльності органів місцевого самоврядування, особливо в умовах децентралізації та воєнного стану. Воєнні обставини загострили проблеми, пов'язані з оперативністю ухвалення рішень, захистом даних, політичною незалежністю та стійкістю інститутів контролю. Водночас сучасні дослідження наголошують, що системний і модернізований контроль є запорукою демократичності та прозорості управління [1].

Воєнний стан створив додаткові труднощі для функціонування системи адміністративного контролю. Органи місцевого самоврядування змушені ухвалювати значно більше рішень у стислі терміни, що підвищує ризики юридичних помилок та зловживань. Одним із ключових викликів стало порушення традиційних механізмів комунікації між державними структурами через руйнування інфраструктури. Зросла кількість випадків втрати документів, обмеженого доступу до реєстрів та необхідності ухвалення рішень в умовах невизначеності [1].

Модернізація адміністративного контролю потребує системних рішень. Першим ключовим напрямом є формування цілісної та стабільної нормативно-правової бази, здатної функціонувати як у мирний час, так і в умовах воєнного стану. Необхідно забезпечити чітке розмежування повноважень між органами місцевого самоврядування та військовими адміністраціями, які в окремих територіальних громадах фактично перебирають на себе частину повноважень. Закон «Про правовий режим воєнного стану» [2] визначає особливості управлінських процедур, однак практична реалізація потребує уточнення та стандартизації. Одним із ключових шляхів модернізації контролю є формування системного, узгодженого та комплексного законодавчого регулювання. [2] Попри наявність окремих нормативних актів, які регулюють діяльність органів місцевого самоврядування, в Україні досі не існує єдиного закону, що логічно та структуровано визначав би природу, форми, межі та процедури державного контролю. Це призводить до фрагментарності правозастосування, неоднакової практики перевірки рішень громад та можливих конфліктів між державними і місцевими органами.

Другим напрямом є масштабна цифровізація системи контролю. Воєнні умови продемонстрували вразливість паперових документів, необхідність оперативного доступу

до цифрових реєстрів та швидкої верифікації рішень. Запровадження єдиної державної електронної бази актів місцевого самоврядування дозволить автоматизувати перевірку документів, забезпечити прозорість та унеможливити їх фальсифікацію. [3]

Воєнні дії продемонстрували необхідність створення резервних електронних копій рішень, впровадження хмарних сервісів, автоматичних алгоритмів правової валідації актів та інтеграції діяльності органів місцевого самоврядування з державними платформами.

Система «Трембіта» та сервіси «Дія» [3] вже стали основою цифрового врядування, проте їх потрібно розвивати у напрямках кіберзахисту, аналітичної обробки даних та забезпечення автономності роботи в умовах перебоїв електропостачання.

Перспективним є застосування алгоритмів превентивної перевірки (legal check), що дозволяють автоматично аналізувати рішення на предмет відповідності актам вищої юридичної сили. [4] Такі підходи широко використовуються в країнах ЄС, зокрема у системах електронної нормотворчості. Крім того, впровадження блокчейн-технологій гарантує незмінність рішень, а штучний інтелект може допомагати у виявленні колізій або корупційних ризиків.

Третій напрям стосується розвитку людського потенціалу в системі контролю. В умовах війни багато кадрів було мобілізовано або переміщено, що створило вакуум у сфері правового аналізу. Для забезпечення ефективного контролю необхідно сформувати нові програми підготовки службовців, зосереджені на кризовому менеджменті, цифрових компетентностях, роботі з хмарними сервісами, аналітичними платформами та електронними реєстрами. [1]

Розбудова мережі дистанційних навчальних центрів дозволить забезпечити безперервність підвищення кваліфікації навіть в умовах бойових дій. Під час воєнного стану особливо важливо забезпечити можливість роботи, швидкого перенавчання та доступу до інструктивних матеріалів у режимі онлайн.

П'ятим напрямом є адаптація українських підходів до адміністративного контролю до європейських стандартів, зокрема стандартів належного врядування та принципу субсидіарності. Гармонізація особливо необхідна для забезпечення післявоєнної відбудови та подальшої інтеграції України до ЄС. [4]

Країни ЄС застосовують чітко визначені принципи здійснення контролю: законність, пропорційність, субсидіарність, відкритість та доступність інформації. Адаптація цих стандартів до української системи дозволить підвищити її ефективність та передбачуваність.

Запозичення європейського досвіду також може включати впровадження інститутів омбудсменів з питань місцевого самоврядування, створення платформ консультативної підтримки громад, використання європейських практик електронного аудиту рішень та інтеграції аналітичних систем управління.

Таким чином, модернізація адміністративного контролю в умовах воєнного стану є стратегічно важливим завданням для забезпечення законності, стійкості та ефективності місцевого самоврядування. Розвиток цифрових інструментів, удосконалення законодавчої бази, забезпечення незалежності контролю та підвищення кадрового потенціалу становлять основу трансформації системи контролю відповідно до сучасних викликів.

Література

1. Модернізація адміністративно-територіального устрою України: політичний вимір. Аналітична записка. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/politika/modernizaciya-administrativnoteritorialnogo-ustroyu-ukraini-politichniy>

2. Закони війни: які важливі для місцевого самоврядування рішення приймав Парламент під час війни. URL: <https://decentralization.gov.ua/news/16094>

3. Ukraine is digital by design: Resilience and trust, embedded in governance URL: <https://ega.ee/ukraine-digital-by-design/#:~:text=Trembita%2C%20the%20interoperability%20>

4. Preventative lawyering: A strategic imperative for modern legal practice. LawyersWeekly
URL:[https://www.lawyersweekly.com.au/sme-law/41405-preventative-lawyering-a-strategic-imperative-for-modern-legal-practice#:~:text](https://www.lawyersweekly.com.au/sme-law/41405-preventative-lawyering-a-strategic-imperative-for-modern-legal-practice#:~:text=)

ПРОБЛЕМИ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНИМИ БЮДЖЕТНИМИ ПРОГРАМАМИ

Іщук Д.О., група ПУА-25, науковий керівник Галгаш Р.А., д.е.н., проф.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Управління державними бюджетними програмами відіграє ключову роль у забезпеченні стабільного соціально-економічного розвитку країни, підвищенні ефективності використання публічних фінансів та реалізації пріоритетних політик держави і охоплює процеси планування, розподілу, використання та контролю загальнодержавних ресурсів для забезпечення багатогранних соціально-економічних завдань.

Сучасна економіка, особливо у умовах глобалізації та цифрових трансформацій, висуває нові вимоги до питань бюджетного планування, особливо у контексті підвищення прозорості та відповідальності за використання бюджетних коштів. За Бюджетним кодексом ПЦМ це – метод управління бюджетними коштами для досягнення конкретних результатів за рахунок коштів бюджету із застосуванням оцінки ефективності використання бюджетних коштів на всіх стадіях бюджетного процесу.[1]

Це означає, що ефективне управління бюджетними програмами передбачає логіку «цілі – заходи – ресурси – результати – вплив», де кожен елемент має бути чітко сформульований, вимірюваний та пов'язаний із загальними стратегічними документами.

Серед базових вимог ПЦМ – наявність стратегічного планування, середньострокового бюджетного планування, розвиненої системи моніторингу та залучення громадськості до бюджетного процесу. Саме недотримання цих вимог переважно й формує «вузькі місця» управління бюджетними програмами, серед яких: фрагментарність та нечіткість нормативної бази; недостатню орієнтацію програм на результат; відсутність ефективного моніторингу та контролю; слабкий зворотній зв'язок з бенефіціарами; низький рівень прозорості і підзвітності органів виконавчої влади.

В Україні система програмно-цільового бюджетування досі базується на фрагментарно адаптованих західних моделях без належного врахування національного контексту. Методичні рекомендації, затверджені Мінфіном, переважно мають описовий характер, а не регламентують детальні індикатори, механізми оцінки ефективності або коригування програм. Це ускладнює управління на етапах реалізації та контролю. [2]

У дослідженнях наголошується, що результати виконання програм часто не аналізуються при затвердженні бюджетних програм на наступний період: планові показники переглядаються автоматично, без глибокого аналізу досягнутих результатів. Це означає, що цикл «планування – виконання – оцінка – корекція» фактично не замкнений, що є принциповою втратою для управління на основі результатів.economyandsociety.in.ua

Рахункова палата у щорічних звітах системно фіксує випадки неузгодженості показників паспортів програм із їх реальним змістом, формального досягнення цілей за рахунок зміни планових значень показників та відсутності належного моніторингу ефективності використання коштів. [3]

До основних факторів, які причинами цього стану можна віднести обмежену доступність повної інформації про результати виконання бюджетних програм у зручному для аналізу форматі; слабку культуру використання результатів аудиту для корекції політики (рекомендації Рахункової палати часто виконуються частково або формально); недостатній розвиток інструментів участі громадськості в оцінці бюджетних програм,

зокрема в секторах із високими соціальними ризиками (охорона здоров'я, освіта, соціальний захист, відбудова інфраструктури).

Однією з найбільш дискусійних проблем є якість та зміст показників результативності у паспортах бюджетних програм. Аналіз наукових праць і практики показує, що: значна частина показників має описовий, а не кількісний характер; домінують показники обсягу витрат або охоплення (кількість заходів, кількість отримувачів), тоді як показники результату та впливу (outcomes, impact) представлені слабо; відсутні чіткі методики збору даних і верифікації показників, що знижує їх достовірність.[3]

Окремий блок проблем зумовлений зовнішніми шоками, особливо повномасштабною війною. До них належать: різка зміна пріоритетів бюджетної політики на користь оборони, безпеки та підтримки критичної інфраструктури; скорочення доходної бази бюджету й зростання залежності від зовнішнього фінансування; необхідність швидкого перепрограмування видатків, що часто відбувається поза повноцінним циклом ПЦМ; загроза руйнування інфраструктури, що ускладнює реалізацію інвестиційних програм; підвищені корупційні ризики під час прискорених процедур закупівель.

У таких умовах навіть добре спроектовані бюджетні програми стикаються з ризиком невиконання або кардинальної зміни цілей та завдань у ході реалізації. Це вимагає нових підходів до гнучкого управління програмами, кризового бюджетування, а також посилення ролі ризик-менеджменту в управлінні державними фінансами.

Таким чином, проблематика бюджетного управління безпосередньо пов'язана із завданнями забезпечення фінансової децентралізації, цифровізації публічного управління, розширення участі громадськості у бюджетному процесі. Вирішення цього питання є логічним та першочерговим кроком у реформуванні державних фінансів і сприяє послідовному розвитку інших компонентів управління.

Очікуваним результатом є формування дієвих рекомендацій, які зможуть бути використані в органах виконавчої влади при оновленні нормативної бази та процедур управління бюджетними програмами. Застосування інструментів оцінювання ефективності (performance-based budgeting) дозволить оптимізувати видатки, підвищити прозорість і сприятиме зміцненню довіри громадськості [4].

Удосконалення управління державними бюджетними програмами є нагальним завданням публічного управління в Україні. Необхідні кроки включають перегляд методичних підходів, підвищення кваліфікації фахівців, цифровізацію процесів, зміцнення інституційного середовища. Це дозволить не лише ефективно використовувати обмежені ресурси, а й зміцнити фіскальну стійкість держави [4.]

Література

1. Бюджетний кодекс України : кодекс України від 08.07.2020 р. № 2456-VI.URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17#Text> (дата звернення: 15.11.2025).

2. Методичні рекомендації щодо формування бюджетних програм головними розпорядниками коштів державного бюджету : наказ Міністерства фінансів України 25.08.2023 р. № 465. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0465201-23#Text> (дата звернення: 20.11.2025).

3. Звіт Рахункової палати за 2024 рік, затверджений рішенням Рахункової палати від 30.04.2025 № 10-2, URL: https://rp.gov.ua/upload-files/Activity/Reports/2024/ZVIT_RP_2024.pdf?utm_source=chatgpt.com

4. Кожухова Т. В., Бочарова Ю. Г., & Ільєнков М. С. (2024). Програмно-цільовий метод: проблеми та напрями удосконалення застосування в бюджетному процесі міської територіальної громади. Вісник ДонНУЕТ «Економічні науки», (2(79)). <https://doi.org/10.33274/2079-4819-2023-79-2-79-92>

ГРАФІТОВА РУКА: ЯК ОДНА ПОМИЛКА ЗМІНИЛА ІСТОРІЮ

Логойко Анастасія, учениця 11 класу, науковий керівник:

Попова Лілія Михайлівна, вчитель історії

*Лицей зі структурним підрозділом гімназії № 6 Покровської міської ради
Донецької області*

Чорнобильська катастрофа стала однією з найжахливіших техногенних трагедій в історії людства. Вона не лише змінила долі мільйонів людей, а й вплинула на екологію всього світу. Ця подія показала, наскільки небезпечними можуть бути наслідки помилок у роботі атомних станцій.

Актуальність цієї проблеми не зменшується з роками, оскільки вона є багатограним уроком для всього людства, що охоплює питання ядерної безпеки, екології, медицини та суспільної відповідальності.

Метою роботи є проаналізувати причини та наслідки аварії, а також вшанувати героїзм працівників Чорнобильської АЕС, які ціною власного життя запобігли ще більшій катастрофі.

Вночі 26 квітня 1986 року під час експерименту з безпеки на четвертому енергоблоці Чорнобильської атомної електростанції стався потужний вибух. Унаслідок цього реактор був зруйнований, а в повітря потрапили тонни радіоактивних речовин. Рівень радіації перевищував норму у сотні тисяч разів. Після вибуху працівники станції залишилися на своїх місцях, намагаючись зупинити процес руйнування реактора та не допустити поширення вогню.

Причина аварії на Чорнобильській АЕС в ніч на 26 квітня 1986 року була комплексною і включала критичне поєднання конструктивних недоліків реактора РБМК-1000 та грубих помилок і порушень з боку персоналу станції. Головна технічна причина, що призвела до вибуху, полягала в особливостях конструкції самого реактора типу РБМК-1000.

Це найнебезпечніший недолік. Він означає, що при підвищенні температури та збільшенні кількості пари у теплоносії (воді) в активній зоні, потужність реактора не падала (як у більшості реакторів), а стрімко зростала. Це створювало позитивний зворотний зв'язок, який робив реактор нестабільним на низькій потужності.

Конструкція керуючих стрижнів системи управління та захисту (СУЗ) мала критичний дефект. При їхньому повному введенні в активну зону для аварійної зупинки (натискання кнопки АЗ-5) графітові наконечники стрижнів на короткий час витіснили воду, що поглинала нейтрони, і це парадоксально спричиняло локальне зростання потужності у нижній частині реактора замість його зупинки. Це стало безпосереднім поштовхом до неконтрольованого розгону.

На відміну від західних АЕС, реактор РБМК не мав герметичної захисної оболонки (контейнменту), здатної витримати тиск пари та утримати радіоактивні викиди в разі аварії. Катастрофічні властивості реактора проявилися лише внаслідок низки неправомірних дій та недостатньої підготовки персоналу четвертого енергоблоку, який проводив експеримент.

Низька «культура безпеки»: персонал, включно з керівництвом, не був повністю проінформований про небезпечні конструктивні особливості реактора та його поведінку на низькій потужності.

Проведення непідготовленого експерименту: В ніч аварії проводилося випробування режиму «вибігу турбогенератора» (інерційного обертання генератора після відключення подачі пари), щоб забезпечити енергоживлення систем безпеки у випадку знеструмлення. Цей експеримент був погано підготовлений і не мав належного дозволу.

Відключення технологічних захистів: Щоб мати змогу провести експеримент за будь-яку ціну, оператори відключили кілька важливих технологічних захистів (наприклад, за

рівнем води та тепловим режимом), які б автоматично зупинили реактор ще до того, як він увійшов у критично небезпечний режим.

Робота на критично низькій потужності: Оператори допустили падіння потужності реактора нижче дозволеного регламентом рівня (ксенонове отруєння) і, незважаючи на це, намагалися її підняти, вивівши майже всі керуючі стрижні з активної зони.

Наслідком цих дій стало те, що в критичний момент, коли оператори натиснули кнопку АЗ-5 (Аварійний захист 5) для екстреної зупинки, конструктивний недолік стрижнів СУЗ спричинив не зупинку, а миттєвий стрибок потужності, що призвів до двох потужних парових вибухів, руйнування реактора та викиду радіоактивних речовин в атмосферу.

Звіт МАГАТЕ зрештою підтвердив, що головною причиною стала саме недосконала конструкція реактора, яка проявилася на тлі помилок персоналу.

Сьогодні Чорнобиль — це не лише історична трагедія, але й попередження про відповідальність за технологічний прогрес і нагадування про необхідність захисту життя та безпеки планети.

ПРО ЩО МОВЧАТЬ КИЇВСЬКІ ДОТИ

Швець Юрій, учень 9 класу, науковий керівник: Попова Лілія Михайлівна, вчитель історії
Одеський ліцей № 92, м. Одеса

84 роки тому, 11 липня 1941 року почалася героїчна оборона Києва, що тривала 71 день до 19 вересня 1941 року.

Актуальність теми полягає в кількох ключових аспектах: Національна пам'ять та історія: ДОТи Київського укріпленого району (КиУР) — це матеріальні свідки 72-денної (з 11 липня до 19 вересня 1941 року) героїчної, але трагічної оборони столиці. Їхнє вивчення допомагає заповнити прогалини в історичних знаннях про одну з найбільших поразок Червоної армії, яка водночас сповільнила наступ німецьких військ на московському напрямку.

Уроки героїзму та трагедії: ДОТи уособлюють масовий героїзм захисників Києва, часто безіменних бійців і народного ополчення, які до останнього утримували свої позиції. Водночас вони "мовчать" про ціну цього героїзму та катастрофічні наслідки оточення радянських військ, а також про долі полонених та цивільного населення.

Військово-патріотичне виховання: У сучасному контексті (особливо з огляду нвійну в Україні) об'єкти КиУРу слугують важливими місцями для вшанування мужності захисників і розуміння стратегічного значення оборонних укріплень.

Основна мета дослідження є збереження, відновлення та популяризація об'єктивної історичної пам'яті про оборону Києва у 1941 році через дослідження, музеєфікацію та висвітлення доль захисників Довготривалих Оборонних Точок (ДОТів) Київського укріпленого району (КиУР), що дозволить вшанувати їхній подвиг і переосмислити трагічні сторінки битви за столицю.

Столиця України з самого початку війни стала прифронтовим містом. Вже на світанку 22 червня вона зазнала нападу фашистських бомбардувальників, та всупереч планам гітлерівського командування, місто-герой на Дніпрі відбивало атаки ворога більше 70 днів.

З 23 по 29 червня в районі Луцьк-Броди-Рівне тривала найбільша танкова битва початкового періоду війни, в якій взяли участь близько 2 тис. танків. У ході цієї битви радянські війська затримали просування противника до Києва на тиждень, але спинити його не змогли.

Гітлерівцям вдалося прорвати оборону радянських військ на рубежі кордону в районі Новоград-Волинського. 9 липня вони захопили Житомир, а 11 липня підійшли до річки Ірпінь, за 15 км. на захід від Києва, створивши безпосередню загрозу столиці України.

Перед військами Південно-Західного фронту було поставлено завдання спинити наступ німецьких військ, які проривалися під Київ. З цією метою 10 липня 5-а армія під командуванням генерала Потапова почала контрнаступ з району Коростеня на південний захід і південь – на Новоград-Волинський і Житомир, а 6-а армія під командуванням генерала Музиченка ще 9 липня завдала контрудару з півдня на північ – на Бердичів і Житомир. Тривалі, кровопролитні бої провалили спробу німців одразу захопити Київ.

Щоб захистити столицю своєї Батьківщини, 200 тис. киян влилося до лав Червоної Армії, 90 тис. – у народне ополчення і винищувальні батальйони. На заводах і фабриках вироблялася бойова техніка, боєприпаси, ремонтувалася зброя. Загони народного ополчення і винищувальні батальйони брали активну участь у боях. У тилу ворога на Київщині розгорнули боротьбу 20 партизанських загонів.

У місті було створено 13 винищувальних батальйонів і 19 загонів народного ополчення загальною кількістю 32 805 чоловік. Разом з воїнами Південно-Західного фронту вони в першій половині серпня 1941 р. зуміли зупинити ворожий наступ на Київ.

Стійкість і героїзм киян змусили гітлерівське командування відмовитись від плану швидкого захоплення міста. Втративши 100 тис. солдат і офіцерів, німецька армія призупинила наступ.

Наприкінці липня – на початку серпня бої на Південно-Західному фронті відновилися з небаченим напруженням. Оборона Києва сковувала дії противника на центральній ділянці радянсько-німецького фронту, Південно-Західний фронт загрожував правому флангу групі армій “Центр”, що рвалися до Москви. У цих умовах німецько-фашистське командування нанесло удар по флангу Південно-Західного фронту, глибоко обійшовши його війська з тилу і, поступово захоплюючи один за другим українські міста, 10 вересня розпочали форсування Дніпра.

У ніч на 15 вересня німецькі війська в районі Лохвиці з’єдналися, замкнувши кільце оточення. В оточення в районі Києва потрапили 5-а, 37-а, 26-а, частина 21-ї та 38-ї армій і окремі частини фронтового підпорядкування, штаб і Військова рада Південно-Західного фронту. Тільки 17 вересня Ставка дозволила залишити Київ. 19 вересня, після відходу радянських військ, гітлерівці зайняли Київ.

У результаті Київської оборонної операції загинули командуючий Південно-Західним фронтом генерал-полковник Кирпонос, член Військової ради секретар ЦК КП(б)У Бурмистенко, начальник штабу фронту генерал Тупиков та багато інших командирів і політпрацівників. Південно-Західний фронт втратив від 500 до 665 тис. чол., більшість з яких потрапила у полон.

Про 71-денну оборону Києва в підручниках з історії Великої Вітчизняної війни згадок мало. Катастрофа Південно-Західного фронту стала наслідком некомпетентного керівництва Сталіна і повністю підпорядкованій йому ставки Головнокомандування.

Хоча оборона Києва закінчилася трагічно, вона мала велике політичне і військово-стратегічне значення. Радянські війська більше ніж на два місяці затримали просування гітлерівців на схід, на Лівобережну Україну і Донбас, що дало можливість евакуювати в тил багато людей, підприємств, цінного майна і виграти час для мобілізації сил. Героїчна оборона Києва значною мірою сприяла зриву планів керівництва фашистської Німеччини на швидке захоплення Москви і “блискавичне” завершення війни.

ФОРМУВАННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ ЗВО ЯК УМОВА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ МАЙБУТЬОГО ФАХІВЦЯ

Лашевич О.А., гр. ПОЦТ-25дм, Кузьменко О.Г., доцент кафедри педагогіки, української філології та журналістики, к.п.н., доцент

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Становлення нового технологічного укладу інноваційної економіки України зумовило гостру необхідність модернізації вищої освіти. В умовах соціально-економічного розвитку українським суспільством усвідомлюється важливість підготовки фахівців, здатних до успішної адаптації в швидко мінливих умовах професійної діяльності. Відповідно, модернізація освітнього процесу у сучасній навчальній організації вищої освіти пов'язується, у тому числі, з формуванням сучасних освітніх результатів, що забезпечують конкурентоспроможність випускника на ринку праці.

На підставі українських та зарубіжних досліджень можна стверджувати, що: з точки зору роботодавців список найбільш актуальних компетенцій включає навички роботи в команді, прийняття рішень, ефективної комунікації та ін.; у сучасних випускників закладів вищої освіти недостатньо сформовані ключові компетенції, зокрема комунікативні.

Проаналізувавши наявні актуальні приклади побудови процесу формування комунікативної компетенції, ми дійшли висновку про те, що для проєктування методики формування комунікативної компетенції студентів в умовах навчального процесу в ЗВО необхідні такі структурні елементи (блоки): цільовий, що позначає мету; змістовний, що відображує зміст навчання; процесуально-технологічний, що описує процес формування комунікативної компетенції та педагогічні технології, що використовуються, а також форми та засоби навчання; оціночно-результативний, що виділяє критерії, показники та рівні сформованості комунікативної компетенції студентів закладів вищої освіти.

Проведений аналіз показав, що на сьогоднішній день розроблено чимало моделей формування комунікативної компетенції студентів, проте дослідники мають різні підходи до вирішення цього питання та використовують різноманітні способи формування комунікативної компетенції. Вирішення проблеми формування комунікативної компетенції здебільшого носить приватно-предметний характер і більшою мірою відноситься до методики викладання окремого предмета, що ускладнює їх використання у навчанні інших дисциплін. Педагоги ставлять завдання застосувати ефективну технологію формування комунікативної компетенції у межах певної дисципліни, що має вузько спрямовану специфіку.

Більшість авторів моделей та методик, що ми розглянули також не вважають за необхідне формування інтелектуального компонента комунікативної компетенції, і часто даний компонент у моделі відсутній, що, на нашу думку, є неприпустимим у зв'язку з тим, що саме інтелектуальний компонент відповідає за розвиток інтелектуальних умінь, так необхідних випускнику ЗВО для успішного навчання.

Проаналізувавши запропоновані авторами моделі та методики, ми дійшли висновку про те, що досі немає загально-педагогічного механізму формування комунікативної компетенції студентів ЗВО. Однак у розглянутих моделях та методиках ми акцентуємо увагу на використанні наступних педагогічних технологій:

- 1) дидактико-технологічне забезпечення процесу формування комунікативної компетенції студентів із застосуванням технології розвитку критичного мислення;
- 2) створення проєктно-творчого середовища, що забезпечує діалогічну взаємодію суб'єктів на основі застосування проєктної технології;
- 3) використання інформаційно-комунікаційного предметного середовища внаслідок широкого застосування інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі

ЗВО, вважаючи їх найбільш релевантними по відношенню до нашого дослідження та вважаючи, що їхня інтеграція сприятиме ефективному формуванню комунікативної компетенції студентів у ЗВО [1].

Необхідність формування комунікативної компетенції студентів ЗВО незаперечно велика і є важливим елементом не тільки у розвитку всебічно розвиненої особистості, але також відіграє важливу роль у підготовці випускника університету – кваліфікованого спеціаліста з добре сформованими загальними та професійними компетенціями, однією з яких є комунікативна компетенція. Отже, для успішного формування комунікативної компетенції студентів закладів вищої освіти необхідно збудувати модель освітнього процесу.

Розроблену нами методику формування комунікативної компетенції студентів у ЗВО ми розглядаємо її як цілісну освіту, що складається з логічно вибудованих та взаємопов'язаних елементів.

Проаналізувавши запропоновані авторами методики та моделі формування комунікативної компетенції студентів, ми виділили такі взаємопов'язані структурні елементи (блоки) моделі: цільовий, в якому позначено мету та завдання дослідження; змістовний – відображено зміст навчання; процесуально-технологічний, що описує процес формування комунікативної компетенції та використовувані для цього педагогічні технології, форми та засоби навчання; оціночно-результативний із виділеними критеріями, показниками та рівнями сформованості комунікативної компетенції студентів ЗВО.

Основним є вибір теоретико-методологічних підходів. Для нашого дослідження найбільш релевантними є такі підходи як системно-діяльнісний, компетентнісний та ситуаційно-контекстний, які представляють теоретико-методологічну основу нашої методики та виступають як сукупність закономірних, функціонально пов'язаних елементів, що становлять цілісну систему [2].

У ході дослідження проведено експериментальний аналіз рівня сформованості комунікативної компетентності студентів, результати якого будуть оприлюднені в наших подальших публікаціях.

Література

1. Богдан Ж. Формування комунікативної компетентності студентів закладів вищої освіти : монографія / Ж. Богдан, Н. Середя, Т. Солодовник ; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : Мадрид, 2020. – 262 с.

2. Троян, Г. В. Формування комунікативної компетенції у студентів технічних напрямів підготовки / Г. В. Троян. // Актуальні проблеми сучасної транслятології, лінгвокраїнознавства та теорії міжкультурної комунікації : зб. Матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет-конф (25 берез.). – Вінниця, 2016. – С. 48–52.

МОВНІ СТРАТЕГІЇ СУГЕСТІЇ В ОНЛАЙН-ДИСКУСІЯХ

Бортун К.О., канд. філологічних наук, доцент, доцент кафедри ділової української та іноземних мов

*Навчально-науковий інститут права та психології
Національної академії внутрішніх справ*

Онлайн-комунікація стала потужним інструментом впливу на суспільну свідомість. У віртуальному середовищі особливого значення набуває сугестія, яка постає як цілеспрямований мовний вплив на адресата, що формує його сприйняття, емоції та поведінку. Вивчення лінгвістичних механізмів сугестії є важливим для розвитку медіаграмотності та культури критичного мислення.

Вона полягає у використанні мовних і психологічних засобів для формування певного світогляду, емоційного стану чи поведінкової реакції реципієнта. В умовах цифрової культури, де інформаційні потоки є хаотичними, а користувачі часто споживають контент пасивно, роль сугестії зростає в рази. Вивчення лінгвістичних механізмів навіювання має не лише теоретичне, а й практичне значення – воно є основою для розвитку медіаграмотності, інформаційної безпеки та критичного мислення користувачів.

Мета дослідження – з'ясувати особливості реалізації сугестивних стратегій у сучасних україномовних онлайн-дискусіях і визначити їхній вплив на формування інформаційного простору.

Сугестивні стратегії у медіадискурсі є системним явищем. Вони спрямовані на формування емоційної реакції, корекцію когнітивного сприйняття та створення ілюзії об'єктивності повідомлення. Лінгвістичні індикатори сугестії часто реалізуються приховано – через вибір слів, синтаксичні конструкції, інтонаційні моделі та невербальні маркери (емодзі, шрифти, кольори). Вони забезпечують психологічний вплив на читача, який сприймає інформацію нераціонально, а емоційно.

Варто наголосити, що сугестивні стратегії у медіадискурсі спрямовані на формування емоційної реакції та корекцію когнітивного сприйняття аудиторії. Лінгвістичні індикатори сугестії мають потужний психологічний ефект, часто реалізуються приховано, а їхнє виявлення потребує критичного аналізу контенту.

Сугестивні стратегії реалізовані через систему мовних, стилістичних і комунікативних прийомів, серед яких: 1) інтимізація та діалогізація – створення ефекту довірливого спілкування з аудиторією. Використовуються розмовна лексика, звертання, окличні речення, коментарі, питально-відповідні єдності; 2) клішування – повторювані формули, ярлики, стереотипні оцінки, прецедентна лексика, що формують стійкі асоціації в суспільній свідомості; 3) провокація – емоційне залучення реципієнта через іронію, сарказм, оцінні судження, метафори, риторичні запитання; 4) переконання – логічне, але емоційно підкріплене обґрунтування позиції, що базується на контрастах, узагальненнях, евфемізаціях і порівняннях.

Отже, сугестія є невід'ємним компонентом сучасної комунікації, що пронизує як міжособистісне, так і масове спілкування. Її вивчення дозволяє зрозуміти, як за допомогою мови формуються громадські настрої, переконання й соціальні поведінкові моделі. Знання механізмів мовного навіювання допомагає людині усвідомлено сприймати інформацію, розвивати критичне мислення, підвищувати рівень інформаційної гігієни та медіакультури. У сучасному цифровому світі, де інформаційні маніпуляції стали частиною щоденного комунікаційного потоку, вміння розпізнавати й аналізувати сугестивні стратегії – це не лише академічна навичка, а життєва необхідність.

Література

1. Бортун К.О. Функціонально-граматичні засоби реалізації сугестії в імперативних висловлюваннях. Проблеми ефективності професійної мовної комунікації в умовах інформаційної агресії: матеріали I Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнародною участю (м. Київ, 26 квітня 2024 р.). Київ : Київський інститут Національної гвардії України, 2024. С. 217–221.

2. Бортун К.О. Транспозиційні особливості імператива у сфері способово-темпоральних форм (на матеріалі української мови). Одеський лінгвістичний вісник : Науково-практичний журнал. 2017. № 9. Т. 2. С. 65–69.

3. Бортун К.О. Засоби реалізації сугестії в імперативних висловленнях. Закарпатські філологічні студії. Вип. 32. Т. 1 2023. С. 15–19. DOI <https://doi.org/10.32782/tps2663-4880/2023.32.1.2>

4. Пантелєєва Анастасія Андріївна Маніпулятивні стратегії в онлайн-дискусіях: мовний аспект тролінгу Синергія права, правоохоронної діяльності та психології, присвячена Дню науки: зб. матеріалів підсумкової наук.-теорет. конф. (м. Київ, 15 трав. 2025 р.)/ Редкол.: О.О. Старицька, В.Г. Сюрвачик. Київ: Нац. акад. внутр. справ, 2025. С. 95–97.

5. Якимова Анастасія Русланівна Вміння побудови логічних і переконливих аргументів. Право. Комунікація. Суспільство. Law. Communication. Society. Das Recht. Die Kommunikation. Die Gesellschaft. Le Droit. La Communication. La Société: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти (українською та іноземними мовами) / за заг. ред. канд. психол. наук, доц. Л.І. Кузьо. Львів: ЛьвДУВС, 2025. С. 539–541.

6. Bortun, K., Chekaliuk, V., Kravchenko, O., et al., 2024. Detection of Typical Aggressive Lexical Markers through Authorisation of Publicistic Texts. Forum for Linguistic Studies. 6(6): 172–183. DOI: <https://doi.org/10.30564/fls.v6i6.7051>

ПОЕТИЧНИЙ КОД ТАВРІЇ У ТВОРЧОСТІ МИКОЛИ БРАТАНА

Антонюк М.В., учень 9 класу, Гречановська І.В., учитель української мови і літератури
*Михайлівський ліцей Новомиколаївської сільської ради Скадовського району
Херсонської області*

Постать Миколи Братана – одна з найяскравіших у літературному просторі півдня України другої половини ХХ – початку ХХІ століття. 2025 рік оголошено на Херсонщині Роком Миколи Братана, що свідчить про визнання його вагомому внеску у розвиток української культури. Його творчість відзначається глибоким національним світобаченням, філософським осмисленням буття, поетичним втіленням любові до людини і рідного степу. Актуальність теми полягає у необхідності системного осмислення поезики автора як явища української культури Таврійського краю, що поєднує регіональні мотиви з загальнонаціональними цінностями. У контексті сучасних культурних трансформацій та процесів утвердження української ідентичності постає необхідність ґрунтовного аналізу поетичного світу митця, адже саме він репрезентує глибинні цінності, що визначають культурну пам'ять Херсонщини та всієї України. Новизна роботи полягає у спробі узагальнити ключові ознаки поетичного світу Миколи Братана через призму образності, лексики, інтонаційної музичності та патріотичного світовідчуття. Дослідження підкреслює значення автора як творця цілісної моделі духовності Півдня України.

Поетика Миколи Братана ґрунтується на глибокому зв'язку з рідним краєм – Таврією, її природою, людьми, традиціями. Для його лірики характерні гармонія слова і мелодії, органічне поєднання фольклорних мотивів із філософськими роздумами. У багатьох творах поет звертається до образу землі як матері, джерела духовної сили: «Тавріє, степова моя

мати, / вічно в тобі коріння моє...» [1, с. 34]. Цей мотив спорідненості з землею є наскрізним у його творчості й визначає тональність поетичного вислову – щирю, співучу, теплу.

Лексика Братана насичена народними словами, колоритними топонімами, порівняннями, що створюють ефект живої української мови: «смаглява Таврія», «жарини на снігу», «вітрила степів» [2, с. 19]. Через такі образи поет утверджує естетику простоти й духовної величі.

Важливу роль у поезиці Миколи Братана відіграє ритміко-інтонаційна організація. Його вірші мають природну музикальність, часто переходять у пісенну форму. Недаремно чимало поезій стали основою для популярних українських пісень. У цьому контексті поет виступає як співець рідного краю, що «без пісні і дня не прожив» [3, с. 7]. Його твори відзначаються народнопісенною інтонацією, плавністю ритму та мелодійністю фраз. Ця риса пояснює популярність багатьох його поезій у музичному середовищі, що підкреслює роль автора як «співця степу» [3, с. 7].

У творах пізнього періоду відчутна філософська заглибленість: поет осмислює час, історію, роль митця у суспільстві. Його слово – це молитва і заповіт, звернення до майбутніх поколінь: «Хай слово моє буде чистим, як джерело, / щоб ним напували спраглих серцем людей» [1, с. 112]. Таким чином, поезика Братана – це гармонія емоційного й інтелектуального, поєднання національної свідомості та особистісної інтонації.

Микола Братан – майстер художнього слова, який створив поетичну модель степової України. Його поезика визначається синтезом народнопісенної традиції, філософської глибини та ліричної широти. Творчість поета формує духовну пам'ять Херсонщини, утверджуючи українську ідентичність у культурному просторі незалежної держави. Вшанування Миколи Братана на обласному рівні – це не лише данина пам'яті, а й продовження його місії – утвердження краси українського слова та любові до рідної землі. Його твори є важливою частиною духовної спадщини Півдня України та репрезентують унікальну модель степового світобачення.

Література

1. Братан М. Смаглява Таврія: Поезії. – Херсон: Наддніпряночка, 2002. – 128 с.
2. Братан М. Жарини на снігу: Вибране. – Київ: Укр. письменник, 2008. – 256 с.
3. Дяченко О. Микола Братан: між словом і піснею // Херсонський вісник. – 2015. – № 4. – С. 5–9.
4. Кириченко І. Поетика степу в ліриці Миколи Братана // Українська література в школі. – 2020. – № 6. – С. 22–25.

CURRENT STATE OF PHYSICAL EDUCATION, SPORTS AND REHABILITATION IN UKRAINE

Iryna Sokolovska, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Valentyna Nechyporenko, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Olena Pozdnyakova, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Nataliia Hordiienko, Doctor of Sociological Sciences, Professor, Nataliia Serhata, Candidate of sciences in physical education and sports, Associate professor, Mykola Serhaty, Candidate of Law, Associate Professor
Khortytsia National Academy

Currently, Ukraine is in a state of high technological progress: almost everything is automated and people spend most of their time sitting at computers, and you can travel the world sitting on the couch in front of the TV. But the urbanized modern society has increasingly begun to complain about musculoskeletal disorders and obesity. The only solution to this problem is to make humanity move.

Purpose of the work: to investigate the state of physical education, sports and rehabilitation in Ukraine in the current conditions of today

Results and conclusions. It is necessary to cultivate a sports spirit from an early age. Higher education institutions in Ukraine are currently undergoing reforms in the field of physical education. Many sports sections are being created, new sports grounds are being designed.

In Ukrainian universities, the level of physical fitness of students is assessed in accordance with assessment criteria. Each student must pass all physical education standards. Students create teams to play football, volleyball, basketball. Universities have gyms, training halls, stadiums. The organizers of the student government hold football matches between students of different universities, relay races, marathons, volleyball, basketball and tennis games.

The Law of Ukraine "On Physical Culture and Sports" defines the following areas of sports: children's sports, children's and youth sports, reserve sports, sports of higher achievements, professional sports, veterans' sports, Olympic sports, non-Olympic sports, sports for the disabled. In Ukraine, such sports as Cossack duel, combat duel, and rescue are developing, which are the embodiment of Ukrainian culture and history. The most famous modern Ukrainian athletes in the world are Andriy Shevchenko, Yana Klochkova, Vitaliy and Volodymyr Klitschko.

However, recently, the number of people with physical disabilities has increased in Ukraine, for whom it is very difficult to adapt to living conditions and be in society as a full-fledged person. Correction of limited mobility is carried out through the development of adaptive physical culture.

Rehabilitation specialists conduct diagnostics, assess the patient's condition, create special physical programs for people with disabilities, taking into account the general condition, characteristics of the course of the disease, age, gender and profession.

Treatment includes manual therapy, physical exercises, electrotherapeutic and mechanical means; motor exercises; provision of assistive devices; patient consultation. The generally accepted means of physical rehabilitation in Ukraine are therapeutic exercise, massage, hygienic factors, mechanotherapy, psychotherapy.

Rehabilitation specialists provide services to the population with physical disabilities, the purpose of which is to develop, maintain or restore lost or weakened motor functions or human working capacity.

Rehabilitation centers operate in Ukraine, meetings of the Ukrainian Association of Physical Rehabilitation Specialists are held, at which the development of professional standards is established, funding is sought, and a system of advanced training for rehabilitation specialists is created.

Literature

1. Klapchuk V.V. Physical rehabilitation in Ukraine: current problems of today / V.V. Klapchuk // Current problems of physical rehabilitation, sports medicine and adaptive physical education. - 2014. – P. 113–115.

2. Kobelev S.Yu. History of the development of the Ukrainian Association of Physical Rehabilitation Specialists / S.Yu. Kobelev // Bulletin of the Ukrainian Association of Physical Rehabilitation Specialists. – 2009. – N^o. 1. – P. 3-5.

3. Sports medicine, therapeutic physical education and valeology – 2012: XVI International Scientific and Practical Conference, 17–19.05.2012 – Odesa: Medical University, 2012. – P.41-42.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТЕГІЙ ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ У ПІДЛІТКОВОМУ ВІЦІ НА ОСНОВІ ДІАГНОСТИЧНИХ ЗАХОДІВ ПРАКТИЧНОГО ПСИХОЛОГА НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

Кістрін А.В., учень 10 класу, Кістрін В.П., практичний психолог

Михайлівський ліцей Новомиkolaївської ОТГ Скадовського району Херсонської області

Сучасний світ, в якому живуть підлітки, невіддільний від складних ситуацій та проблем, з якими їм доводиться стикатися щодня. У цьому періоді життя, коли формується особистість та встановлюються соціальні зв'язки, конфлікти стають невід'ємною частиною їхньої реальності. Однак, важливо знати, що насилля не є вирішенням цих проблем. Говорячи про конфлікт, найчастіше мають на увазі його деструктивний варіант, що відбувається на рівні особистостей. На щастя, конфлікти можуть бути не тільки деструктивними, але й конструктивними. Це найбільш вигідний варіант, спрямований на виявлення причин різних точок зору на проблему та спільне знаходження оптимального способу її вирішення [1].

У зв'язку з цим стає актуальним питання щодо поведінки підлітка в тій чи іншій конфліктній ситуації, які способи її вирішення він вибере. Проблема конфлікту не нова та має багатовікову історію дослідження, вона залишається не до кінця дослідженою на сьогодні. Враховуючи все це, робимо висновок, що тема стратегій вирішення конфлікту, або виходу з нього в підлітковому віці є на сьогодні актуальною.

Тому метою дослідження є пошук ефективних стратегій і методів вирішення конфлікту, на основі аналізу діагностичних досліджень та досліджень інформаційних джерел. Об'єкт дослідження – конфліктна поведінка. Предмет дослідження - шляхи вирішення конфліктів в підлітковому віці.

Для дослідження стратегій вирішення конфліктів серед підлітків були використанні результати психодіагностичних досліджень практичного психолога навчального закладу, а також глибокий аналіз різних джерел інформації, як друкованих так і інтернет-джерел. Для досягнення мети дослідження, по-перше, треба знати, що таке стратегія вирішення конфлікту; по-друге, треба проаналізувати більшість наявних практик і стратегії вирішення конфліктів щодо їх ефективності, по-третє, обрати найбільш ефективні стратегії вирішення конфліктів. Розглянемо найбільш популярні стратегії вирішення конфліктів. Найбільш відома модель виходу із конфлікту Томаса Кілманна. Стратегія вирішення конфлікту являє собою основну лінію поведінки опонента на його завершальному етапі. Виділяють п'ять основних стратегій: суперництво, компроміс, співробітництво, уникнення і пристосування. Суперництво (конфронтацію) багато дослідників вважають збитковою для вирішення проблем, так як вона не надає можливості опоненту реалізувати свої інтереси. Компроміс полягає в бажанні опонентів завершити конфлікт частковими поступками. Сьогодні компроміс - найбільш часто використовувана стратегія завершення конфліктів. Пристосування (поступливість) розглядається як вимушена чи добровільна відмова від боротьби і здача своїх позицій. Відхід від вирішення проблеми, або уникнення, є спробою вийти з конфлікту при мінімумі витрат [3].

Співробітництво вважається найбільш ефективною стратегією поведінки в конфлікті. Воно передбачає спрямованість опонентів на конструктивне обговорення проблеми, розгляд іншої сторони не як супротивника, а як союзника в пошуку рішення.

Шляхи, які допомагають підліткам вирішувати конфлікти без насильства, пов'язані з розвитком їх комунікаційних навичок. Комунікація відіграє ключову роль у вирішенні проблем та труднощів, оскільки вона дозволяє висловити свої почуття та думки, а також сприяє зрозумінню інших людей. Одним з ключових аспектів вирішення конфліктів є активне слухання. Це означає бути уважним до потреб і почуттів інших людей, звертати

увагу на їхні слова, міміку та жести. Виявлення емпатії – це ще один важливий аспект, який сприяє вирішенню конфліктів. Це вміння поставитися на місце іншої людини, співпереживати її емоції та розуміти, як вона себе почуває. Відкритий діалог а також переговори це способів подолати конфлікти та проблеми [2].

Шляхи подолання конфліктів та проблем можуть бути різними, але одними з найефективніших методів є медіація та тренінги. Медіація – це процес, під час якого незалежна третя сторона, медіатор, допомагає учасникам конфлікту знайти взаєморозуміння та спільні рішення. Медіатором може виступати як доросла особа так і ровесник підлітка. Тренінги з розв’язання конфліктів є ще одним ефективним способом допомоги підліткам подолати труднощі та вирішити проблеми. Під час тренінгів молодь отримує можливість вивчити різні стратегії управління конфліктами, розвинути навички спілкування та співпраці, а також зрозуміти важливість толерантності та поваги до інших.

З метою виявлення конфліктності особистості і типів поведінки здобувачів освіти в конфліктних ситуаціях були проведені психодіагностичні дослідження у 7 – 9 класах. У дослідженнях брали участь 36 здобувачів освіти 7 – 9 класів віком 13 – 15 років. Дослідження проводились анонімно. Вони здійснювалось за допомогою таких методик: «Методика типового реагування на конфліктні ситуації» К. Томаса; анкета «Чи конфліктна ви особистість?»; анкета «Чи властиві вам конфліктогени спілкування?».

За результатами дослідження стилів поведінки в конфліктній ситуації серед здобувачів освіти 7 – 9 класів виявлено, що в цих класах найбільше тих, які мають стиль поведінки співробітництво (44%), на другому місці компроміс (25%), найменше поступливість і суперництво – по 9 % відповідно. У 9 класі найбільше здобувачів освіти з таким стилями як співробітництво, компроміс. У 7 класі 67% мають такий стиль як співробітництво, у 8 класі 49% – співробітництво. За результаті досліджень конфліктності особистості не виявлено здобувачів освіти з її високим рівнем. Найнижчі показники конфліктності має 7 клас, найвищі має 8 клас. За результатами дослідження конфліктогенів у спілкуванні виявлено що найменше конфліктогенів у спілкуванні використовують здобувачі освіти 9 класу, при тому що це єдиний клас у якому 3 їх часто використовують. В 7 і 8 класах не виявлено здобувачів освіти, які часто використовують конфліктогени в спілкуванні. Отже проаналізувавши данні досліджень можна зробити висновок, що особи підліткового віку (7-9 класи) схильні реагувати у вирішенні конфліктів такими стратегіями як співробітництво та компроміс, переважна більшість мають середній рівень конфліктності, та не використовують конфліктогени в спілкуванні.

Основним результатом досліджень стратегій вирішення конфліктних ситуацій стало виявлення найефективніших з них. Встановлено, що такими є співробітництво і компроміс щодо загально прийнятого розуміння в психологічній науці. Окрім них також ефективними є використання комунікативних навичок і застосування їх у вирішенні конфліктів. Особливе місце серед них займають медіація і навчання навичкам за допомогою тренінгів. Результати даних досліджень можна використовувати для оптимізації роботи з дітьми підліткового віку як в навчальних закладах різних типів, так і в різних організаціях, а також при вирішенні конфліктів під час навчального і виховного процесів в сім’ї.

Література

1. Гриценко М. С. Психологія конфліктів у підлітковому віці: підручник. Дніпро: Видавництво «Поділля», 2021. С.224
2. Підлітки та конфлікти – ефективні методи розв’язання проблем без використання насилля.<https://psychologist.com.ua/pidlitki-ta-konflikti-efektivni-metodi-rozvyazannya-problem-bez-vikoristannya-nasillya>
3. Мельник І. С. Психологія конфліктів у сім’ї та школі: Навч. посіб. Львів: Видавництво «Новий світ - 2000», 2020. С.184.

АДМІНІСТРАТИВНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЗА ПОРУШЕННЯ ВИМОГ ЩОДО УТРИМАННЯ ЗАХИСНИХ СПОРУД ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В УКРАЇНІ

Степченко Д.О., група ПР-25дм, науковий керівник: Зубцов Є.І., к.т.н., доцент, доцент кафедри хімічної інженерії та екології

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Умови повномасштабної збройної агресії проти України актуалізували проблему реальної готовності фонду захисних споруд цивільного захисту до використання за призначенням. Неналежний технічний стан укриттів, обмеження доступу населення та суперечності у розподілі відповідальності між органами влади й балансоутримувачами перетворили цю сферу на один із ключових викликів для системи цивільного захисту. У цьому контексті адміністративно-правові механізми впливу на відповідальних суб'єктів набувають першочергового значення.

Метою даного дослідження є аналіз новел адміністративної відповідальності за порушення встановлених вимог щодо утримання та експлуатації об'єктів фонду захисних споруд цивільного захисту, запроваджених у Кодекс України про адміністративні правопорушення, а також оцінка їх потенційної ефективності для забезпечення належного рівня захищеності населення. Додатковим завданням є співвіднесення законодавчих змін із висновками сучасної наукової доктрини щодо проблем санкційної політики та державного контролю в цій сфері.

Правові засади організації та функціонування системи цивільного захисту, включаючи створення, утримання й використання фонду захисних споруд, визначаються Кодексом цивільного захисту України та підзаконними нормативно-правовими актами, які деталізують вимоги до технічного стану, експлуатації та доступу населення до сховищ і протирадіаційних укриттів. Саме на цю базу спирається подальша конкретизація юридичної відповідальності за порушення встановлених вимог.[1]

Ще до запровадження спеціальної норми КУпАП питання адміністративної відповідальності за неналежне утримання захисних споруд аналізувалося в науковій літературі. Зокрема, А. Брода визначає адміністративну відповідальність за порушення вимог щодо утримання та експлуатації об'єктів фонду захисних споруд як важливий правовий механізм забезпечення належного функціонування системи цивільного захисту населення і територій України. Автор звертає увагу на системні проблеми: відсутність належного державного контролю, фінансову неспроможність частини балансоутримувачів та недостатню превентивну роль тодішніх адміністративних санкцій, які не стимулювали дотримання стандартів безпеки.[3]

У 2025 році законодавець здійснив спробу відповісти на окреслені в науковій літературі проблеми шляхом ухвалення Закону України № 4200-ІХ від 09.01.2025, яким до Кодексу України про адміністративні правопорушення було введено спеціальну статтю 175-3 «Порушення встановлених законодавством вимог щодо утримання та експлуатації об'єктів фонду захисних споруд цивільного захисту». Ця норма передбачає адміністративну відповідальність за незабезпечення безперешкодного доступу громадян до об'єктів фонду захисних споруд у випадках і порядку, визначених законодавством, а також за порушення вимог щодо їх утримання та експлуатації, що призвели до неготовності таких споруд до використання за призначенням; окремо виділено підвищену відповідальність за повторне вчинення відповідних діянь протягом року після накладення стягнення.[2]

Санкції за ст. 175-3 КУпАП сформульовані у вигляді штрафів, розмір яких визначається в неоподатковуваних мінімумах доходів громадян і диференціюється залежно від характеру правопорушення та повторності його вчинення. З урахуванням того, що для цілей адміністративної відповідальності один неоподатковуваний мінімум становить 17 грн,

орієнтовний діапазон штрафів коливається від 1700 до 8500 грн, що дає підстави розглядати їх як інструмент впливу насамперед на органи місцевого самоврядування, підприємства, установи та організації — балансоутримувачів укриттів. Водночас постає дискусійне питання, наскільки такі санкції є достатньо стримуючими для великих суб'єктів господарювання і чи відповідають вони реальному рівню суспільної небезпеки порушень у сфері цивільного захисту [2; 3].

У науковій літературі наголошується, що адміністративна відповідальність у сфері утримання та експлуатації захисних споруд повинна виконувати не лише каральну, а передусім превентивну функцію, стимулюючи відповідальних суб'єктів до належного виконання покладених на них обов'язків. Зокрема, А. Broda підкреслює, що без належного контролю за станом захисних споруд, чіткого визначення відповідальних осіб і дієвого механізму притягнення до відповідальності навіть формальне посилення санкцій не гарантує реальної готовності фонду укриттів до використання в умовах надзвичайних ситуацій. У цьому контексті нова конструкція ст. 175-3 КУпАП є важливим, але не самодостатнім елементом комплексної системи адміністративно-правового забезпечення цивільного захисту [2; 3].

Порівняння законодавчих новел із доктринальними підходами дає змогу відзначити кілька ключових моментів. Запровадження ст. 175-3 КУпАП означає перехід до спеціального складу адміністративного правопорушення, безпосередньо пов'язаного з неналежним утриманням та експлуатацією об'єктів фонду захисних споруд цивільного захисту. Норма конкретизує найбільш поширені порушення — від обмеження доступу населення до укриттів до фактичної неготовності споруд до використання за призначенням, а також посилює відповідальність за повторні дії.

Водночас сама по собі поява нової статті та підвищення штрафів не розв'язують усіх наявних проблем. Ефективність адміністративної відповідальності у цій сфері залежатиме від системного контролю за станом укриттів, чіткого визначення відповідальних суб'єктів, реальної невідворотності стягнень і належного ресурсного забезпечення. Без поєднання санкцій, організаційних заходів і прозорого моніторингу ризик формального застосування ст. 175-3 КУпАП залишається високим.

Отже, спеціальна норма про адміністративну відповідальність за порушення вимог щодо утримання та експлуатації захисних споруд є важливим, але не самодостатнім елементом удосконалення системи цивільного захисту. Перспективним напрямом подальших досліджень та практичних кроків є аналіз правозастосування цієї статті, виявлення типових проблем і розробка пропозицій щодо оптимального поєднання каральної та превентивної функцій адміністративної відповідальності в умовах триваючої збройної агресії.

Література

1. Кодекс цивільного захисту України : Кодекс України від 02.10.2012 № 5403-VI : станом на 12 верес. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 03.12.2025).
2. Кодекс України про адміністративні правопорушення (статті 1 - 212-24) : Кодекс України від 07.12.1984 № 8073-X : станом на 1 верес. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10#Text> (дата звернення: 03.12.2025).
3. Брода А. Ю. Адміністративна відповідальність за порушення встановлених законодавством вимог щодо утримання та експлуатації об'єктів фонду захисних споруд цивільного захисту. Наукові записки. Серія : Право. 2024. Т. 1, № 17. URL: <https://doi.org/10.36550/2522-9230-2024-17-154-158> (дата звернення: 04.12.2025).

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗВИТКУ МЕРЕЖІ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК НА ОСНОВІ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Зеленський І.О., ст. гр. Гір-24д, Сорока Д.А., старший викладач кафедри хімічної інженерії та екології

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метою даного дослідження є визначення оптимального варіанту розвитку системи підземних гірничих виробок на двох шахтах з метою мінімізації витрат на експлуатацію та підтримання виробок, одночасно з підвищенням продуктивності та ефективності видобутку. В рамках цього встановлюється, чи доцільно об'єднати їх технологічні мережі для досягнення синергії, або підтримувати окремий розвиток.

Методологія дослідження. Дослідження базується на функціонально-вартісному аналізі (ФВА) та функціонально-вартісному проектуванні (ФВП) [1]. На інформаційному етапі здійснено збір і систематизацію даних про існуючу мережу виробок, їх функції, структуру та витрати на підтримку. Аналітичний етап передбачає побудову функціонально-вартісної моделі (ФВМ), розподіл функцій (вентиляція, транспортування, електропостачання, водовідлив тощо) між окремими виробками та обчислення функціональних коефіцієнтів для кожного елемента. У моделях враховано надійність елементів, їх завантаженість, аварійні й ремонтні ризики [2]. Для оптимізації варіантів застосовувалися методи варіантного аналізу, статистичні прийоми, а також евристичні підходи [3].

Основні результати роботи:

1. Функціональний аналіз існуючої мережі:

- на підставі побудованої структурної моделі виявлено "паразитні" виробки, які фактично не виконують корисних функцій або виконуються з надлишковим резервом;
- розраховано функціональні коефіцієнти на основі ймовірності аварій, відновлення функцій та фактичного навантаження матеріальних носіїв. Наприклад, для вентиляції враховано як мінімальну, так і максимальну швидкість повітря, що дозволяє глибше оцінити її ефективність.

2. Проектування варіантів об'єднання двох шахт:

- розглянуто два варіанти об'єднання: у першому – транспорт через переобладнаний ствол першої шахти; у другому – через існуючий вертикальний ствол другої шахти;
- побудовані функціонально-структурні моделі (ФСМ) для кожного варіанту та визначено мінімальну кількість виробок, необхідних для виконання усіх функцій;
- обчислення показників витрат (транспорт, підтримка виробок, водовідлив, провітрювання) показало, що всі проєктовані виробки знаходяться в межах нормального функціонування за своїми функціональними коефіцієнтами.

3. Техніко-економічне порівняння варіантів:

- у першому варіанті об'єднання питомі приведені витрати становлять 400 грн/т, у другому – 460 грн/т;
- порівняння варіанту об'єднання із варіантом окремого розвитку показує, що об'єднаний варіант більш ніж удвічі економічно вигідніший, оскільки підтримка окремих мереж виробок у двох шахтах значно підвищує витрати.

4. Удосконалення методології:

- запропоновано спрощений підхід до обчислення коефіцієнтів функціональності: для вентиляції – за швидкістю повітря; для електропостачання – через потужність споживачів і трансформаторів. Це спрощує розрахунки й підвищує практичну застосовність ФВА/ФВП.
- рекомендовано використовувати як обмежувальні фактори не лише максимальні параметри (наприклад, максимальна швидкість повітря), а й мінімальні, що дозволяє

точніше моделювати функцію провітрювання.

Значущість дослідження:

- економічна ефективність: запропонований оптимальний варіант об'єднання дозволяє значно знизити загальні експлуатаційні витрати, особливо транспортні та витрати на підтримання виробок, що веде до підвищення конкурентоспроможності гірничих підприємств [2];

- технологічна оптимізація: використання ФВА/ФВП дає змогу "очистити" мережу від неефективних виробок, зосередити ресурси на мас-функціональних і стратегічно важливих ланках, підвищити надійність та безпечність системи [1];

- практична застосовність: удосконалена методологія (спрощені формули, врахування мінімальних значень) робить підхід життєздатним для проектувальників, інженерів і наукових установ [3];

- стійкий розвиток: рекомендації можуть стати основою для масштабних проектів реструктуризації мережі гірничих виробок, зокрема й для регіонів зі зниженою рентабельністю шахт завдяки централізації функцій [2].

Висновки:

1. Функціонально-вартісний підхід вперше застосовано для обґрунтування об'єднання двох шахт, що продемонструвало значні переваги.

2. Розроблений оптимальний варіант передбачає транспортування через обраний ствол та суттєво спрощену, але ефективну мережу виробок.

3. Запропоновано вдосконалення методу розрахунку функціональних коефіцієнтів, що підвищує точність і практичність аналізу.

4. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні мереж гірничих виробок, а також у науково-дослідницьких інституціях для планування оптимальної організації гірничих робіт.

Література

1. Окалелов В. М. Наукові основи функціонально-структурної оптимізації моделей мереж гірничих виробок вугільних шахт: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.15.02 / В. М. Окалелов; Держ. вищ. навч. закл. «Національний гірничий університет». – Дніпропетровськ, 2010. – 40 с. Режим доступу: <https://ir.nmu.org.ua/entities/publication/6d037f12-b274-4809-93b3-0dab67dd6ac7>.

2. Хорольський А. О., Мамайкін О. Р., Гріньов В. Г. та ін. Оптимізація параметрів функціонування просторово-ієрархічних зв'язків технологічних потоків вугільних шахт // Український гірничий форум – 2020: матеріали міжнар. конф. (Дніпро, 4-5 листоп. 2020 р.). – Дніпро: Журфонд, 2020. – С. 45-53. – Режим доступу: <https://ir.nmu.org.ua/entities/publication/84afa7a2-05d2-4db5-b3ef-e3e3ad9755d4>

3. Гріньов В. Г., Хорольський А. О., Мамайкін О. Р. Оцінка стану та оптимізація параметрів технологічних схем вугільних шахт / В. Г. Гріньов, А. О. Хорольський, О. Р. Мамайкін // Вісник Криворізького національного університету. – 2019. – Вип. 48. – С. 31-37. – DOI: 10.31721/2306-5451-2019-1-48-31-37. – Режим доступу: <https://ir.nmu.org.ua/entities/publication/4622e893-e162-409d-b1ac-453998fcd5f>

ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИЦІЙ У РОЗВИТОК ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

Майборода М.В. студент гр. ЕЕ-23д, факультету інженерії, Руднев Є.С. професор кафедри електричної інженерії, д-р. техн. наук., доцент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

З урахуванням сучасних викликів, пов'язаних із масштабним руйнуванням енергетичної інфраструктури через військові дії, нестабільністю постачання традиційних енергоресурсів та гострою потребою у швидкому відновленні й модернізації енергосистеми – питання розвитку відновлювальної енергетики набуває стратегічного значення. Війна продемонструвала вразливість централізованих джерел генерації, що зумовлює необхідність переходу до більш стійких, децентралізованих і технологічно гнучких енергетичних рішень. Саме тому адаптація успішних міжнародних практик, зокрема досвіду країн ЄС із найбільш розвиненим «зеленим» сектором, може стати ключовим елементом майбутньої енергетичної політики України. Використання перевірених механізмів стимулювання інвестицій, підходів до інтеграції ВДЕ в енергосистему та інструментів підвищення її гнучкості здатне суттєво прискорити післявоєнну відбудову, забезпечити енергетичну незалежність та сприяти формуванню конкурентоздатної low-carbon економіки. Дослідження [1] авторів присвячено аналізу інвестиційних процесів у секторі відновлюваної енергетики (ВДЕ) на прикладі Німеччини, зокрема у фотовольтаїку, вітроенергетику та гідроенергетику. У Німеччині за період 2008–2020 рр. у розвиток ВДЕ було інвестовано понад 230 млрд євро [1]. Така масштабна інвестиційна політика дозволила зробити ВДЕ вагомою частиною енергетичного балансу країни, що демонструє реальну можливість переходу на «зелену» енергетику при правильному управлінні, регулюванні та інституційній підтримці.

Потенціал України для інвестицій у ВДЕ. За даними зовнішніх досліджень, Україна має високий потенціал для розвитку сонячної генерації – сприятливі сонячні ресурси, а також значні резерви для встановлення як наземних, так і дахових PV-систем. Водночас, державна політика і законодавчі ініціативи створюють основу для залучення інвестицій у «зелену» енергетику: існує «зелений тариф», а приватні компанії мають можливість продавати вироблену електроенергію державі. У поточних умовах (економічні потрясіння, руйнування енергетичної інфраструктури через війну) ВДЕ – стратегічна альтернатива, яка може підвищити енергетичну незалежність і посилити енергетичну безпеку країни.

Перспективні напрями інвестування. Сонячна енергетика (фотовольтаїка): максимізація використання даху будівель, незадіяних земель, промислових дахів; розгортання як централізованих сонячних станцій, так і децентралізованих PV-систем; завдяки значному потенціалу сонячного ресурсу, цей напрям може швидко масштабуватись.

Вітрова енергетика: інвестиції у наземні та, за можливості, offshore wind farms – вітропарки (з урахуванням географічних умов регіонів); синхронізація з європейськими енергосистемами, використання досвіду інтеграції ВДЕ в реальну енергомережу.

Малі гідроелектростанції та інші «малі» ВДЕ (біоенергетика, біогаз тощо): розвиток у регіонах з наявністю водних ресурсів або біомаси; зменшення залежності від великої централізованої генерації.

Системи зберігання енергії та модернізація мережевої інфраструктури: запас енергії для компенсації нестабільності ВДЕ (сонце/вітер змінні за часом); підвищення надійності та гнучкості енергосистем, зменшення ризиків перебоїв.

Однією з ключових вимог для активного залучення капіталу у відновлювану енергетику є формування передбачуваного та стабільного нормативно-правового середовища. Йдеться про наявність довгострокових механізмів підтримки – таких як

гарантовані тарифи, преміальні надбавки чи чіткі правила участі в аукціонах. Подібні інструменти вже зарекомендували себе в європейській практиці, де саме прозорість та стабільність регуляторної політики стали основою інвестиційного зростання [1].

Не менш важливим напрямом є інвестування у розвиток енергетичної інфраструктури. Побудова нових генеруючих потужностей повинна супроводжуватися модернізацією електромереж, розширенням систем накопичення енергії, а також впровадженням технологій для балансування енергосистеми. Без оновленої інфраструктури навіть ефективні ВДЕ-проекти не зможуть працювати з максимальною віддачею. Важливу роль відіграє й різноманітність джерел «зеленої» енергії. Комбінація сонячних, вітрових, гідравлічних та біоенергетичних установок дозволяє зменшити сезонні та погодні коливання у виробництві електроенергії, підвищуючи загальну стійкість енергетичної системи. Суттєвий потенціал мають також місцеві та приватні ініціативи. Впровадження малих домашніх сонячних електростанцій, міні-ГЕС чи інших локальних рішень сприяє децентралізації генерації, зменшує навантаження на основні мережі та залучає населення й громади до процесу енергетичної трансформації. Саме такі проекти можуть стати базою для швидкого поширення ВДЕ та підвищення енергетичної автономії регіонів.

Ризики та виклики з урахуванням досвіду ЄС. ВДЕ значною мірою залежать від погодних коливань та сезонних змін, тому без ефективних систем акумулювання енергії можливі нестабільності в її подачі. Суттєвим викликом є також потреба в оновленні електромереж і засобів балансування, що вимагає додаткових фінансових ресурсів та тривалого впровадження. Масштабне розгортання «зелених» проектів потребує чіткої стратегії їх інтеграції у загальну структуру національної енергосистеми. Важливими залишаються й соціально-економічні та політичні чинники: сталість регуляторного поля, рівень довіри інвесторів і державна підтримка безпосередньо впливають на успішність розвитку галузі.

Рекомендації для України. Залучити інвесторів за допомогою державних стимулів і стабільної політики (подібно до моделі, що довела свою ефективність у багатьох країнах ЄС, зокрема Німеччини). Планувати і реалізовувати масштабні проекти ВДЕ разом із розвитком інфраструктури (мережі, накопичення, балансування). Заохочувати децентралізовані та малі ініціативи (садиби, ОСББ, місцеві громади) – це підвищить загальну стійкість. Диверсифікувати джерела ВДЕ (сонце, вітер, гідро, біо) для зменшення ризиків. Використовувати міжнародний досвід, проте адаптувати під українські реалії – економічні, кліматичні, інфраструктурні.

Висновок

Досвід країн з розвинутою відновлюваною енергетикою, зокрема Німеччини, показує, що інвестиції у «зелену» генерацію одночасно прискорюють екологічну модернізацію та підвищують енергетичну стійкість держави. Україна має значний потенціал розвитку ВДЕ завдяки природним ресурсам, наявним законодавчим інструментам і потребі модернізації енергетичної інфраструктури. Ефективність цього процесу залежатиме від узгодженої роботи держави, бізнесу та громад, здатності враховувати ризики й оперативно реагувати на виклики. Необхідно забезпечити прозорі умови для інвесторів, зберігати баланс генерації та розвивати мережеву інфраструктуру. Лише комплексний підхід дозволить перетворити потенціал ВДЕ в реальні економічні та енергетичні переваги для України.

Література

1. Коваль О.А., Коваль В.М., Дєвочкін В.Ф. Перспективи інвестицій у розвиток відновлювальної енергетики на прикладі Німеччини. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Енергетика: надійність та енергоефективність. 2025. № 1 (10). С. 60-68.

ADVANCED COAL CHARACTERIZATION: BRIDGING GEOLOGICAL HETEROGENEITY, TECHNOLOGICAL EFFICIENCY, AND ECONOMIC VALUE

Zubtsov Y.I., student of group ГІР-243М, Sieliedtsov M.V., student of group асп-184-23

Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

Coal characterization requires comprehensive analytical approaches due to its highly heterogeneous nature, as it is not merely a fuel feedstock but a complex natural system consisting of unique combinations of macerals, minerals, inorganic elements, and various organic compounds formed under the influence of metamorphism [1-3].

Underestimating this complexity has direct economic consequences: using coal with unsuitable characteristics can lead to reduced power plant efficiency, accelerated equipment wear due to slagging, and increased costs for environmental control measures, significantly raising the cost of final energy production. Conventional analyses, such as proximate analysis and ash fusion temperature determination, were historically developed for basic trading operations; they treat coal as a homogeneous material and provide only bulk properties. However, as noted by Gupta [2], such an approach inadequately describes the impact of coal quality on conversion efficiency, which is a critical factor for enterprise profitability in modern conditions. This necessity is further amplified by prevailing trends in the extractive industry, where the gradual depletion of premium, easily accessible reserves compels operators to exploit more geologically complex deposits, thereby increasing the variability of the run-of-mine product. Simultaneously, the sector's pivot towards Industry 4.0 and smart mining demands high-fidelity data to power digital twins and automated sorting systems, making advanced characterization an operational prerequisite rather than just a scientific exercise. Therefore, techniques like FTIR and ¹³C NMR, which provide detailed information on organic structure, along with chemical fractionation and X-ray diffraction (XRD) for mineral identification, become economically justified tools to mitigate risks and optimize automated processing circuits [2]. Furthermore, coal systems analysis offers a comprehensive framework incorporating four stages – accumulation, preservation-burial, diagenesis-coalification, and resource evaluation [4] – which allows for the strategic assessment of deposits amidst tightening ESG standards and volatile market demands. Ultimately, no single petrographic or chemical parameter is sufficient for complete characterization, as coal rank determination requires a multi-parameter approach due to significant variations in maceral content and organic chemistry [3], and it is the accuracy of such a comprehensive assessment that determines the market value of the raw material and the efficiency of its monetization in a resource-constrained economy.

Literature

1. Rudniev, Y. S., Tarasov, V. Y., Brozhko, R. M., & Krapivnyi, D. I. (2023, October). Influence of the natural content of mineral impurities and moisture on the manifestation of hazardous properties of coal seams. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1254, No. 1, p. 012064). IOP Publishing.
2. Gupta, R. (2007). Advanced Coal Characterization: A Review†. *Energy & Fuels*, 21, 451-460.
3. Hower, J. C., Finkelman, R. B., Eble, C. F., & Arnold, B. J. (2022). Understanding coal quality and the critical importance of comprehensive coal analyses. *International Journal of Coal Geology*, 263, 104120..
4. Warwick, P.D. (2005). Coal systems analysis: A new approach to the understanding of coal formation, coal quality and environmental considerations, and coal as a source rock for hydrocarbons.

ОПТИМІЗАЦІЯ МЕРЕЖ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ВУГІЛЬНИХ ШАХТ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ФРАКТАЛІВ

Лебеденко О.С., ст. гр. Гір-23д, Сорока Д.А., старший викладач кафедри хімічної інженерії та екології

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність і мета дослідження: проєктування мереж гірничих виробок – ключова складова розвитку шахтної інфраструктури. Традиційні методи оптимізації (техніко-економічні порівняння, програмування) мають ряд обмежень: вони часто трудомісткі, зазнають суб'єктивізму і можуть давати лише локальний оптимум. При цьому мережі виробок часто мають розгалужену, самоподібну структуру, що нагадує фрактали [1]. Використання теорії фракталів дозволяє кількісно описати цю структуру, задати міру "щільності" мережі та сформулювати новий, об'єктивний критерій оптимальності [2].

Метою дослідження є розробка фрактального критерію для оцінки варіантів підготовки шахтного поля, а також визначення оптимальних параметрів (розмірів) шахтного поля – з урахуванням структури виробок, економічних витрат та геометрії масиву. Дослідження також спрямоване на розробку методики, яку можна буде автоматизувати в програмному забезпеченні.

Методи дослідження:

- фрактальний підхід: мережа виробок моделюється як система, що самоподібно розгалужується. Використовується поняття фрактальної розмірності, яка показує, наскільки мережа заповнює площину шахтного поля [1];
- формулювання критерію раціональності: питома довжина виробок (сукупна довжина / площа), що може бути виражена через фрактальну розмірність;
- математичні моделі: виведено вирази, які зв'язують довжину виробок, розміри шахтного поля (по простяганню й по падінню) та фрактальну розмірність;
- техніко-економічне моделювання: порівняння варіантів із високою фрактальною розмірністю зі стандартними схемами – за витратами на проведення, підтримку виробок, транспорт [2].

Основні результати:

1. Мережа гірничих виробок шахт може бути представленою як фракталоподібна структура: її фрактальна розмірність відповідає ступеню розгалуження та щільності покриття площі [1].

2. При дослідженні різних варіантів технологічних схем (панельна, погоризонтна) та розмірів поля виявлено, що максимальні значення фрактальної розмірності (найкраще покриття мережі) відповідають не надто витягнутим полям, а таким, що мають оптимальне співвідношення простягання і падіння.

3. Техніко-економічний аналіз показав, що варіанти з високою фрактальною розмірністю зазвичай мають нижчі питомі витрати: менша довжина нових виробок, менше витрати на підтримання виробок, ефективніша логістика [2].

4. Різниця між традиційними методами (пряме проєктування) і фрактально-орієнтованим підходом за параметрами мережі не перевищує 10 %, що говорить про адекватність моделі.

5. Запропоновано експрес-метод для оцінки великої кількості варіантів: можна швидко генерувати схеми, розраховувати фрактальну розмірність, порівнювати витрати – підходить для ранніх етапів проєктування [3].

Значущість дослідження:

- підхід на базі фракталів дозволяє об'єктивно оцінювати альтернативні варіанти мережі виробок, знижуючи вплив суб'єктивного судження інженерів;

- можливість автоматизації в САД-системах або програмному забезпеченні: можна створити інструмент, який генерує варіанти мережі, вираховує фрактальну розмірність і показує найвигідніші;

- оптимальні за фрактальною розмірністю варіанти можуть зменшити капітальні і експлуатаційні витрати, що важливо для сталого розвитку шахт: менші затрати на проведення виробок, менше щорічних витрат на підтримку виробок, менша протяжність транспортування;

- методика сприяє економічному та екологічному балансу: оптимізація мережі може зменшити надлишкові виробки, скоротити енергоспоживання, підвищити ефективність ресурсів [3].

Перспективи та рекомендації:

1. Розширити дослідження до мультифрактального підходу, щоб враховувати неоднорідність масиву, змінну геологію або неоднакову щільність виробок у різних частинах шахтного поля.

2. Створити програмне забезпечення з вбудованим фрактальним аналізом – редактор схем, генератор варіантів, розрахунок економіки.

3. Валідувати моделі на різних шахтах – з різною геологією, глибиною, структурою покладів – щоб перевірити переносимість методики.

4. Інтегрувати фрактальний підхід із сучасними техніками оптимізації: машинне навчання, симуляційне моделювання, "цифрові двійники" шахтних систем.

5. Дослідити вплив фрактальної структури мережі на інші аспекти – дегазацію, вентиляцію, енергоспоживання, безпеку – через співпрацю з екологічними та інженерними підрозділами.

Висновок: запропонований підхід, заснований на теорії фракталів, є перспективним інструментом оптимізації шахтних мереж. Він дає змогу формалізувати структуру виробок, будувати об'єктивні критерії, прискорювати прийняття проєктних рішень та знижувати витрати. Метод може стати частиною сучасних систем автоматизованого проєктування шахт і підтримки стратегічного планування, забезпечуючи баланс між технічною ефективністю, економікою та стійкістю.

Література

1. Liang T., Liu X., Wang S. Fractal study on the crack network evolution and permeability change in mining rock mass // Journal of China Coal Society. – 2019. – Vol. 44, № 12. – P. 3729-3739. – DOI: 10.13225/j.cnki.jccs.SH19.9166.

2. Chen B., Shen X., Zhou Y., et al. Application of fractals to evaluate fractures of rock due to mining // Fractal and Fractional. – 2022. – Vol. 6, No 2. – P. 96. – DOI: 10.3390/fractalfract6020096.

3. Miao K., Xu Q., Zhang Y. та ін. Research on Fractal Evolution Characteristics and Safe Control of Mining-induced Fracture Network // Mining, Metallurgy & Exploration. – 2022. – DOI: 10.3390/mining6090486.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСИНУСОЇДНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НА НАДІЙНІСТЬ ЕНЕРГОСИСТЕМИ

Бондар Д.О., гр. ЕЕ-24дм, Романченко Ю.А., к.т.н., доцент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метою роботи є дослідження впливу несинусоїдності напруги та струмів надійність на функціонування енергосистем.

Сучасні енергосистеми характеризуються високим рівнем інтеграції відновлюваних джерел енергії, широким застосуванням силової електроніки, автоматизованих приводів та нелінійних електроспоживачів. У таких умовах забезпечення належної якості електроенергії стає одним із ключових чинників стабільного та ефективного функціонування електроенергетичних об'єктів. Одним із найбільш критичних показників якості є несинусоїдність електричних показників, зокрема напруги та струму, що проявляється у вигляді гармонічних та інтергармонічних спотворень.

Зростання рівня несинусоїдності зумовлюється збільшенням кількості споживачів із нелінійними характеристиками – перетворювачами частоти, імпульсними джерелами живлення, електротранспортом, зарядними станціями та іншими приладами, які формують нелінійне споживання електричної енергії. Високі гармонічні складові призводять до додаткових теплових втрат, зниження ефективності обладнання, резонансних явищ, перевантаження трансформаторів і кабельних ліній, а також до підвищення ймовірності відмов у роботі електротехнічних пристроїв. Це безпосередньо впливає на надійність енергосистеми, викликаючи ризики аварійних ситуацій і погіршення режимів роботи мереж.

Гармонічні складові напруги обумовлені, як правило, нелінійними навантаженнями користувачів електричних мереж, що підключаються до електричних мереж різної напруги. Гармонічні струми, які у електричних мережах, створюють падіння напруг на повних опорах електричних мереж.

Показниками якості електроенергії (ЯЕ), що належать до гармонічних складових напруги, є:

- значення коефіцієнтів гармонічних складових напруги до 40-го порядку $K_{U(n)}$ у відсотках напруги основної гармонічної складової у точці передачі електричної енергії;
- значення сумарного коефіцієнта гармонічних складових напруги (відношення середньоквадратичного значення суми всіх гармонічних складових до 40 порядку до середньоквадратичного значення основної складової) K_U , % в точці передачі електричної енергії.

В роботі проаналізована несинусоїдність струмів та напруг на ПС 220 кВ та ПС 500 кВ для нормального, аварійного та післяаварійного режиму роботи. Для більшої наочності результати розрахунків у вигляді графіків подано на рисунках 1–2.

З результатів розрахунку, представлених на рис. 1, можна зробити висновки що для ПС 220 кВ, що живить в основному побутове навантаження з постійною вольтамперною характеристикою, коефіцієнт n- ої гармонічної складової $K_{U(n)}$ для нормального режиму роботи знаходиться в допустимих межах. В аварійному режимі коефіцієнт n-ої гармонічної складової $K_{U(n)}$ зростає приблизно в 20-50 разів і виходить за межі допустимих значень. У післяаварійному режимі коефіцієнт n-ої гармонічної складової $K_{U(n)}$ повертається до своїх допустимих значень.

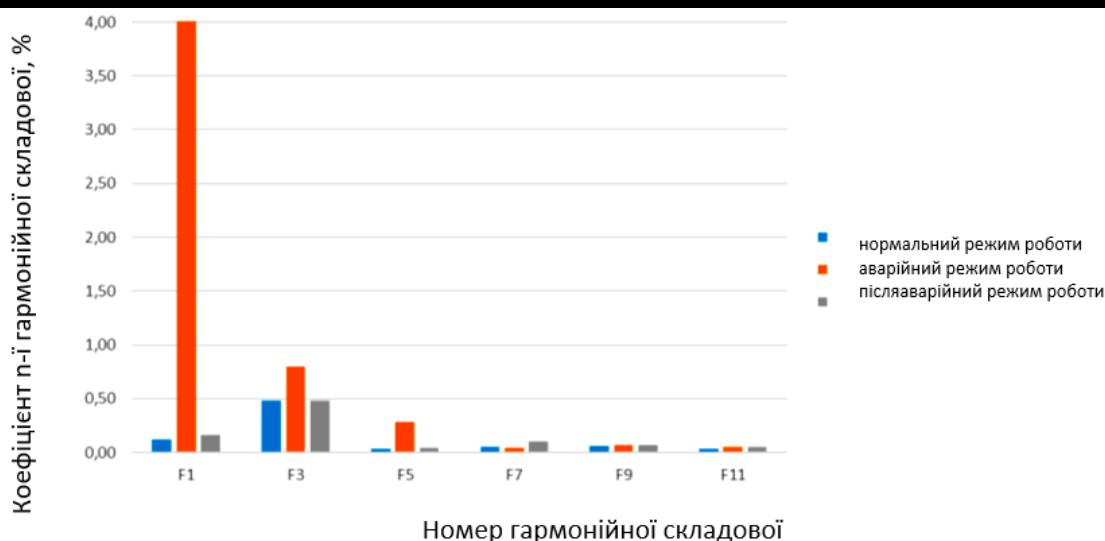


Рисунок 1 – Графік коефіцієнтів n-ї гармонічної складової $K_{U(n)}$ для нормального, аварійного та післяаварійного режимів роботи ПС 220 кВ

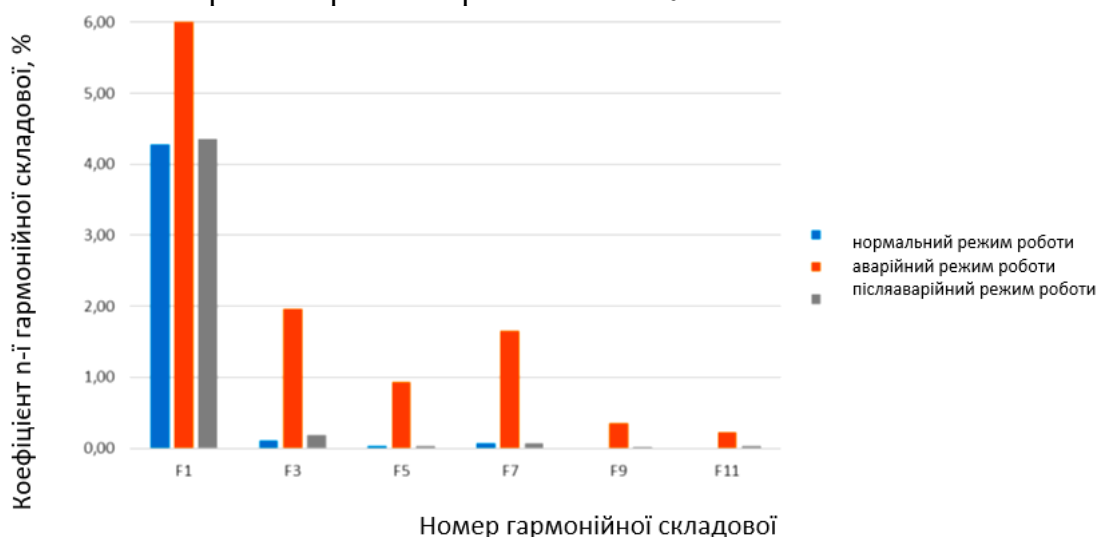


Рисунок 2 – Графік коефіцієнтів n-ї гармонічної складової $K_{U(n)}$ для нормального, аварійного та післяаварійного режимів роботи ПС 500 кВ

З результатів розрахунку, представлених на рис. 2, можна зробити висновки що для ПС 500 кВ коефіцієнт n-ї гармонічної складової $K_{U(n)}$ для нормального режиму роботи знаходиться в допустимих межах, але наближається до верхньої межі. В аварійному режимі коефіцієнт n-ї гармонічної складової $K_{U(n)}$ стрімко зростає і виходить за межі допустимих значень. У післяаварійному режимі коефіцієнт n-ї гармонічної складової $K_{U(n)}$ повертається до своїх допустимих значень.

Виходячи з проведеного аналізу несинусоїдності струмів і напруг можна зробити висновки, що для ПС 220 кВ коефіцієнт несинусоїдності напруги, для нормального режиму роботи, знаходиться в допустимих межах. Для ПС 500 кВ коефіцієнт несинусоїдності напруги, для нормального режиму роботи, знаходиться в допустимих межах, але наближений до верхньої межі.

В аварійному режимі коефіцієнт несинусоїдності напруги і коефіцієнт n-ї гармонічної складової $K_{U(n)}$ зростають приблизно в 20-50 разів і виходять за межі допустимих значень, але аварійний режим, що не встановився, триває приблизно від 0,1 до 0,5 секунди. Такий час замалий для серйозних наслідків у споживачів електричної енергії.

У післяаварійному режимі коефіцієнт несинусоїдності напруги і коефіцієнт n -ої гармонічної складової $K_{U(n)}$ повертаються до своїх допустимих значень, але все ж таки незначний період часу мають підвищене значення щодо нормального режиму роботи.

Проведений аналіз несинусоїдності не виявив відхилень від допустимих меж, отже показники якості енергосистеми відповідають встановленим нормативам. Однак вид навантаження на підстанціях значно впливає на коефіцієнти несинусоїдності.

Література

1. Суржиков М. В. Підвищення точності визначення показників якості електричної енергії. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, кафедра електропостачання. 2018, 114 ст.

CHARACTERISTICS OF POWER SUPPLY SYSTEMS OF RESIDENTIAL BUILDINGS AND COMPLEXES

Saiian A.H., master's student, gr. EE-24dm, Morneva M.O., PhD (Tech.), Associate Professor of the Department of Electrical Engineering
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

The power supply system of a residential complex is a set of technical means intended for receiving, converting, distributing, and consuming electrical energy in order to ensure reliable electricity supply to all categories of consumers - household loads, building engineering systems, commercial and public premises.

The main principle of constructing the power supply system of a residential complex is to ensure continuity, reliability, and quality of electric energy while maintaining rational use of material and energy resources.

Structurally, the power supply system includes the following main elements:

- incoming power lines - connection points to the external utility networks (6–10 kV cable or overhead lines);
- transformer substations (TS) that convert medium-voltage levels to low voltage (0.4 kV) for distribution within the complex;
- low-voltage distribution devices (distribution panels, main switchboards) that perform switching, protection, and metering functions;
- internal cable networks that deliver electrical energy to the end-users;
- automatic reserve switching systems (ATS) and uninterruptible power supply sources (UPS, diesel-generator sets, energy storage systems) designed to maintain supply under emergency conditions.

Functionally, the power supply system performs three key tasks:

1. Receiving electric energy from the external power grid through one or several independent feeders.
2. Converting and distributing electrical energy among buildings and consumers in accordance with their reliability categories.
3. Providing protection and control - against short circuits, overloads, overvoltages, as well as ensuring commercial metering of consumption.

The main principles of designing power supply systems for residential complexes include:

- rationality and simplicity of the schematics - minimizing the number of elements while ensuring the required reliability level;
- consumer categorization - allocation of loads according to their importance (household, emergency, and technical systems);

- power redundancy - use of two independent feeders, autonomous power sources, or energy storage systems;
- flexibility and scalability - the possibility of increasing capacity when the residential complex expands;
- energy efficiency and automation - implementation of intelligent control systems, smart meters, automatic load transfer, and real-time monitoring of power quality parameters.

Modern power supply systems of residential complexes are increasingly designed according to the Smart Grid concept, which provides for the integration of renewable energy sources, storage systems, and real-time energy consumption monitoring.

Thus, the design of a residential complex power supply system is based on combining the principles of reliability, safety, energy efficiency, and automated control, which determines the direction of further modernization and integration of alternative energy sources into a unified power system.

Literature

1. Bilodid, I. P. *Energy Management: Theory, Practice, Methods*. Odesa: ONMU, 2020. 265 p.

FEATURES OF ASYNCHRONOUS TRACTION MOTORS

Trubach O.M., master's student, gr. EE-24dm, Morneva M.O., PhD (Tech.), Associate Professor of the Department of Electrical Engineering
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

Modern railway transport places increased demands on energy efficiency, reliability and dynamic characteristics of traction electric drives. Traditional control systems for locomotive traction motors, in particular systems based on commutator machines or simple control laws for asynchronous motors, do not ensure optimal use of energy resources and do not allow for high-precision regulation under variable load conditions.

Due to the increasing cost of energy resources and the need to modernize rolling stock, the implementation of optimal control systems for asynchronous traction electric drives is particularly relevant. This allows reducing energy consumption, increasing operational reliability, and ensuring stable operation of the locomotive in all traction modes.

Asynchronous motors have gradually replaced collector machines in traction electric drives of locomotives due to the combination of high reliability, simple design and the possibility of effective control using frequency converters.

The main design and operational features of asynchronous traction motors can be formulated as follows:

- Collector-free design. The absence of a brush-collector assembly eliminates sparking, reduces wear and the need for maintenance, which is especially important in conditions of long-term operation of locomotives.
- High mechanical strength. The “squirrel wheel” type rotor is able to operate under significant overloads, shocks and vibrations, which is typical for railway transport.
- Ability to operate in a wide speed range. The use of frequency control allows for both high-torque start-up and operation at increased speeds without loss of power.
- Regenerative braking. Asynchronous motors easily switch to generator mode, which allows you to return energy to the network or use it to power auxiliary systems.
- Increased energy efficiency with proper control. In combination with vector or optimal control algorithms, asynchronous motors provide minimal energy losses compared to collector analogues.

• Compatibility with modern electronic systems. Thanks to digital interfaces and diagnostic systems, asynchronous motors are easily integrated into locomotive microprocessor control systems.

At the same time, asynchronous motors have certain features that complicate their application:

- nonlinearity of electromagnetic processes;
- dependence of parameters on slip and temperature;
- difficulty of direct torque control without special control algorithms.

These features have led to the need to develop effective methods for controlling flux and torque, which was the impetus for the development of vector control and direct torque control (DTC).

Thus, the asynchronous traction motor is the optimal basis for a modern locomotive electric drive, but its full potential can be realized only if optimal control algorithms are implemented, which determines the next stage of research.

Literature

1. Kovalchuk, S. P., Barvinok, M. H. *Traction Electric Drives: Modern Control Methods*. Kyiv: Kondor, 2020.
2. Matvieiev, V. H. *Asynchronous Electric Drives with Vector Control*. Kharkiv: KhPI, 2017.

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА МІНІМІЗАЦІЇ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, СПРИЧИНЕНИХ ЇЇ РОЗКРАДАННЯМ

Романченко Ю.А., к.т.н., доцент, Романченко О.В., к.т.н., доцент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метою роботи є розроблення та обґрунтування ефективних підходів до ідентифікації та мінімізації втрат електроенергії, спричинених її розкраданням, для підвищення надійності та енергоефективності функціонування електричних мереж.

У сучасних умовах розвитку енергетичного сектору однією з ключових проблем залишається зростання втрат електроенергії в розподільчих мережах. Значну частку цих втрат становлять не технічні втрати, зокрема розкрадання електроенергії та несанкціоноване підключення споживачів. Масштаби цієї проблеми негативно впливають на економічні показники енергетичних підприємств, знижують ефективність роботи мереж і створюють додаткові ризики для їх надійного функціонування.

Підвищення рівня цифровізації та впровадження інтелектуальних систем обліку електроенергії відкривають нові можливості для виявлення та запобігання шахрайським діям. Разом із тим методи розкрадання електроенергії постійно удосконалюються, що потребує розроблення сучасних підходів до їх ідентифікації й мінімізації. Відсутність ефективних механізмів контролю призводить не лише до фінансових втрат, але й до порушення якості електроенергії, нерівномірного навантаження мереж, перевантаження трансформаторів та зниження надійності енергопостачання.

Аналіз підходів до виявлення та запобігання розкраданню є важливим етапом у формуванні комплексної системи управління втратами електроенергії. Дослідження у цьому напрямі сприяє підвищенню енергоефективності, вдосконаленню облікових та діагностичних систем, а також забезпечує стабільне функціонування міських і регіональних електромереж.

Основною метою обліку електроенергії є отримання достовірної інформації про кількість виробництва, передачі, розподілу та споживання електричної енергії. Правильна організація обліку електроенергії важлива тому, що її виробництво, передача розподіл та

споживання практично збігаються в часі і припущена помилка в обліку електроенергії не піддається виправленню методом повторного виміру. Саме тому всі виробляючі, передавальні, розподіляючі та споживаючі електроенергію установки, обладнуються відповідними приладами обліку.

Облік електроенергії може бути призначений:

- для визначення техніко-економічних показників роботи енергосистеми та споживачів;
- для розрахунків споживачів з енергопостачальною організацією за спожиту електроенергію та суміжних енергосистем за перетікання енергії;
- для контролю витрат електроенергії всередині електроустановки споживача.

Для обліку корисного відпуску електроенергії лічильники встановлюються на початку та в кінці кожної приєднаної лінії електропередач залежно від балансової належності та на кожній тарифній групі електроприймачів.

Лічильники технічного обліку (рис.) повинні перебувати на балансі енергооб'єкта, на якому вони встановлені. Вони підлягають калібруванню у строки та в обсягах, передбачених нормативно-технічними документами.

Загальний облік в електроустановці споживача організується, як правило, на межі поділу мережі з енергосистемою за балансовою належністю та експлуатаційною відповідальністю. Коли не можна організувати розрахунковий облік межі розділу, допускається встановлення розрахункових лічильників в інших місцях, зокрема на стороні зайвої напруги силових трансформаторів.



Індукційні та
електромеханічні
лічильники електричної
енергії



Електронні лічильники
електричної енергії

Рисунок. Лічильники технічного обліку електроенергії

За проведеним аналізом можна дійти невтішного висновку як про незадовільний стан організаційної системи збуту, так і про технічну недосконалість систем обліку електроенергії. Існуюче положення організації обліку електроенергії не дозволяє ефективно боротися з розкраданнями електроенергії, обсяг яких зростає. Через недостатню точність і достовірність отриманої інформації з електроспоживання значно спотворюються показники роботи енергосистеми.

Виділяють такі напрями вдосконалення чинної системи обліку електроенергії, що дозволило б підвищити точність обліку втрат:

1. Удосконалення приладів обліку електроенергії: удосконалення вимірювальних трансформаторів струму та напруги; застосування електронних лічильників електроенергії замість індукційних; застосування приладів попередньої оплати за електроенергію (розумні лічильники).

2. Створення автоматизованої системи контролю та обліку електроенергії – АСКОЕ. Системи АСКОЕ, що автоматизують контроль та облік потоків енергії та потужності в енергосистемі, базуються на отриманні інформації від електролічильників, її зборі, обробці та зберіганні на об'єктах за допомогою спеціалізованих мікропроцесорних контролерів з подальшою передачею від них даних каналами зв'язку в центри обробки інформації

3. Проведення відповідних організаційних заходів. Вони включають посилення контролю за обліковими приладами, регулярні перевірки споживачів, удосконалення системи обліку та підвищення відповідальності за порушення.

Існують також можливості використання математичної моделі для достовірності енергорозподілу у складній електричній системі. Така математична модель дозволяє на основі наявних показань лічильників електроенергії підвищити точність, достовірність та надійність отримання інформації щодо потоків енергії, технічних та комерційних втрат енергії та локалізувати місця цих втрат.

Література

1. Шкрабець Ф.П. Класифікація і структура втрат електроенергії / Ф.П. Шкрабець, Ю.В. Куваєв, Д.В. Ципленков, П.Ю. Красовський // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. Вип. 3(32). – 2005. – С.122–124.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ТА АНАЛІЗУ СТРУКТУРНОЇ НАДІЙНОСТІ МЕРЕЖ ТА ПІДСТАНЦІЙ

Болтаєв Р.Р., гр. ЕЕ-24дм, Романченко Ю.А., к.т.н., доцент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метою роботи є дослідження методів оцінки та аналізу структурної надійності мереж та підстанцій.

Сучасний розвиток економіки, промисловості та соціальної інфраструктури неможливий без стабільного та надійного електропостачання. Електрична енергія є основним енергоресурсом, від якого залежить функціонування підприємств, транспортних систем, установ охорони здоров'я, об'єктів життєзабезпечення населення та побутової сфери. Порушення безперервності або якості електропостачання призводить до значних економічних збитків, технічних пошкоджень обладнання та негативно впливає на безпеку споживачів. Від надійності електропостачання залежать як показники якості електроенергії, безперервність її передачі, економічні показники роботи устаткування, так і величина шкоди від перерв роботи електричних мереж. Проблема підвищення надійності електропостачання є однією з ключових у сучасній енергетиці. Вона охоплює питання технічного стану елементів електричних мереж, ефективності схем розподілу електроенергії, рівня автоматизації та діагностики, а також організаційно-технічних заходів з підвищення живучості енергосистем. В умовах зростання навантажень, інтеграції відновлюваних джерел енергії та цифровізації енергетики підходи до забезпечення надійності потребують перегляду та вдосконалення.

Таким чином, склалася проблемна ситуація: незважаючи на велику кількість розробок та наукових досліджень з даної тематики, надійність електропостачання зберігається на

низькому рівні, що пов'язано з одного боку з військовими діями та економічною ситуацією, а з іншого – не адаптованими для споживачів пропозиціями щодо підвищення надійності.

Структурна надійність підстанцій – це міра їхньої здатності зберігати працездатність та безпеку в умовах різних зовнішніх впливів, таких як сильні вітри, землетруси, пожежі тощо.

Стан об'єкта, при якому він здатний виконувати задані функції, зберігаючи значення основних параметрів у межах, встановлених нормативно-технічною документацією, називають працездатністю, а стан, у якому об'єкт задовольняє зазначені вимоги, – його справність. Подія, що полягає у порушенні працездатності об'єкта, називають відмовою.

Залежно від призначення об'єкта, виконуваних ним функцій та умов експлуатації розрізняють декілька властивостей об'єкта, пов'язаних з надійністю. До цих властивостей відносяться:

- безвідмовність (властивість безперервно зберігати працездатність);
- довговічність (властивість зберігати працездатність до визначеного стану);
- ремонтпридатність (можливість виконання ремонту та технічного обслуговування);
- відновлюваність (можливість відновлення працездатності після відмови);
- термін служби або збереження.

Для складних багатофункціональних систем, що складаються з елементів різнорідних за своїми властивостями, показниками надійності, призначенням, датою виготовлення, терміном введення в експлуатацію тощо, можна виділити два основні аспекти надійності: апаратний (проблема надійності апаратури, окремих пристроїв та їх елементів, що входять у вузли та лінії мережі) та структурний (відбиває функціонування мережі залежно від працездатності чи відмов вузлів, чи ліній).

Структурна надійність підстанцій є важливим аспектом енергетичної інфраструктури, оскільки від неї залежать надійність та безпека електропостачання.

Методи аналізу надійності, використовувани на вирішення загальних завдань аналізу надійності, наступні:

- прогнозування інтенсивності відмов (є методом, який застосовують головним чином на ранніх стадіях проектування з метою оцінки інтенсивності відмов устаткування й системи);
- аналіз дерева несправностей – це метод ідентифікації та аналізу факторів, які можуть сприяти настанню деякої небажаної події (названої кінцевою подією – “top event”);
- аналіз дерева подій – графічний метод представлення взаємодії ключових послідовностей подій, що йдуть за появою вихідної події, відповідно до функціонування та нефункціонування систем, розроблених для пом'якшення наслідків небезпечної події. Метод ЕТА може бути застосований для якісної та/або кількісної оцінки;
- аналіз структурної схеми надійності (RBD) – є графічним зображенням уявлення логічної схеми системи через підсистеми та/або компоненти та дозволяє зобразити шляхи успіху працездатності системи у вигляді логічних зв'язків підсистем та компонентів;
- Марківський аналіз – застосовуємо у ситуації, коли майбутній стан системи залежить лише від її поточного стану. Цей метод зазвичай використовують для аналізу ремонтпридатних систем, які можуть працювати у багатьох режимах, та в ситуаціях, коли застосування аналізу надійності окремих блоків системи недоцільно;
- аналіз мережі Петрі – графічний метод подання та аналізу складних логічних взаємодій компонентів чи подій у системі;
- аналіз режимів та наслідків (критичності) відмов FME(C)A – ранжує ідентифіковані види відмов у порядку їх важливості (критичності) за допомогою обчислення одного з двох показників – числа пріоритетності ризику або критичності відмови;

- дослідження HAZOP є методом ідентифікації небезпек та ризику для людей, обладнання, навколишнього середовища та/або досягнення цілей організації;
- аналіз людського фактора (HRA – Human Reliability Assessment) – метод, який застосовується для оцінки впливу дій людини, на роботу системи;
- аналіз міцності та напруг визначає здатність компонента або елемента протистояти електричним та механічним впливам навколишнього середовища або іншим напругам, які можуть бути причиною відмови;
- таблиця істинності (аналіз функціональної структури): метод полягає у складанні списку всіх можливих комбінацій станів (працездатний стан, непрацездатний стан) компонентів системи та вивченні їх наслідків;
- статистичні методи надійності можуть бути використані для визначення кількісної оцінки показників безвідмовності.

Ці методи аналізу застосовують як для оцінки характеристик якості, так і для оцінок кількісних характеристик при прогнозуванні поведінки системи в експлуатації. Достовірність результату залежить від точності та правильності даних про основні події.

Для аналізу надійності складних або багатофункціональних систем, як правило, необхідно застосовувати кілька додаткових методів аналізу.

Таким чином, при створенні моделі надійності системи спочатку потрібно дати визначення працездатного стану системи. Якщо можливо більше одного визначення, то для кожного визначення необхідно розробити окрему структурну схему надійності, розділити систему на блоки так, щоб визначити логіку їхньої взаємодії в системі. При цьому кожен блок має бути статистично незалежним і максимально більшим. Для простоти оцінки (розрахунку) надійності кожен блок повинен містити тільки такі елементи, які відповідають тому самому статистичному розподілу напрацювань до відмови.

Література

1. Бардик, Є.І. Електрична частина станцій та підстанцій. Основне електрообладнання/ Є.І. Бардик, М.П. Лукаш / К.: "Політехніка" НТУУ "КПІ" 2012. 250 с.
2. Васілевський О.М., Кучерук В.Ю. Основи теорії невизначеності вимірювань: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2012, 171 с.

ІНТЕГРАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ДРОБАРКИ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Харченко О.В., аспірант кафедри КІСУ

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Дробарки є одним з ключових агрегатів у виробництві цементу, оскільки забезпечують попереднє подрібнення сировини та впливають на якість подальших технологічних операцій. Висока інтенсивність механічних навантажень, абразивний знос робочих органів, а також нестабільність властивостей сировини зумовлюють підвищену ймовірність відмов та позапланових простоїв. Традиційні методи технічного діагностування, що ґрунтуються на періодичних оглядах та суб'єктивному досвіді персоналу, не забезпечують необхідного рівня надійності та оперативності прийняття рішень. Тому актуальним є впровадження інтелектуальних систем діагностування, інтегрованих у загальну комп'ютерно-інтегровану систему автоматизації дробарного комплексу.

Мета роботи – розробка підходу до інтеграції системи технічного діагностування дробарки на основі методів машинного навчання у структуру існуючої комп'ютерно-інтегрованої системи автоматизації цементного виробництва з метою підвищення надійності та зниження простоїв обладнання.

Постановка задачі. Для досягнення поставленої мети необхідно:

1. сформувати номенклатуру діагностичних параметрів, що характеризують технічний стан дробарки (вібраційні, акустичні, електричні, технологічні);
2. розробити інформаційну модель збору, попередньої обробки та зберігання діагностичних даних у комп'ютерно-інтегрованої системі;
3. синтезувати та дослідити моделі машинного навчання для класифікації технічних станів та прогнозування відмов;
4. забезпечити інтеграцію діагностичних рішень у контур автоматизованого керування дробаркою.

Інформаційна та математична моделі. У системі технічного діагностування передбачається безперервний моніторинг сигналів датчиків вібрації, струму електродвигуна, частоти обертання, температури опор та завантаження дробарки. Нехай

$$\mathbf{x}(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)) \quad (1)$$

– вектор миттєвих вимірювань, а \mathbf{z} – вектор ознак, сформований після попередньої обробки (фільтрація, перехід у частотну область, обчислення статистичних та спектральних характеристик). Формально задачу класифікації технічного стану можна записати як відображення

$$f: \mathbf{z} \rightarrow y, \quad (2)$$

де $y \in \{ \text{Унорм, Узнос, Урозбалансування, Удефект підшипників, \dots} \}$ – множина класів технічних станів.

Для задачі прогнозування відмов використовується модель типу регресії або часових рядів:

$$T_{\text{зал}} = g(\mathbf{z}, t), \quad (3)$$

де $T_{\text{зал}}$ – оцінка залишкового ресурсу до відмови.

Методи машинного навчання. Для реалізації функцій діагностування доцільно застосовувати ансамблеві методи (Random Forest, Gradient Boosting), а також нейронні мережі для аналізу складних нелінійних залежностей у багатовимірних вібраційних та електричних сигналах. Попередній аналіз показує, що використання ансамблевих моделей дозволяє досягти високої точності класифікації технічних станів за рахунок стійкості до шумів та можливості врахування корельованих ознак. Для онлайн-реалізації можуть використовуватися спрощені моделі з попередньо відібраними найбільш інформативними ознаками.

Інтеграція в комп'ютерно-інтегровану систему. Запропонована система технічного діагностування інтегрується в існуючу трирівневу структуру:

- на польовому рівні встановлюються датчики та модулі попередньої обробки сигналів;
- на рівні ПЛК/SCADA реалізуються функції збору даних, формування потоків діагностичної інформації та передача їх на сервер аналітики;
- на верхньому рівні працює модуль машинного навчання, який виконує аналіз стану обладнання, формує діагностичні повідомлення, рекомендації для обслуговуючого персоналу та сигнали до системи керування щодо зміни режимів роботи або планування обслуговування.

Очікувані результати. Інтеграція системи технічного діагностування на основі методів машинного навчання дозволить:

- підвищити достовірність виявлення дефектів на ранніх стадіях;
- зменшити кількість аварійних зупинок дробарки та пов'язаних з ними втрат виробництва;

- оптимізувати графіки технічного обслуговування за станом, а не за регламентом;
- створити основу для побудови повноцінної системи прогнозного обслуговування (Predictive Maintenance) в цементному виробництві.

Висновки. Запропоновано концепцію інтеграції інтелектуальної системи технічного діагностування дробарки у структуру комп'ютерно-інтегрованої системи автоматизації цементного виробництва. Використання методів машинного навчання для аналізу комплексних діагностичних параметрів забезпечує підвищення ефективності та надійності функціонування дробильного обладнання. Подальші дослідження передбачається зосередити на експериментальній перевірці обраних моделей машинного навчання на реальних виробничих даних, а також на розробці цифрового двійника дробарки для глибшого аналізу перехідних режимів та нештатних ситуацій.

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ВАКУУМНОЮ СУШАРКОЮ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЛІОФІЛІЗОВАНИХ ПРОДУКТІВ

Кузьмінський С.В., аспірант кафедри КІСУ

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Ліофілізація (freeze-drying) є високотехнологічним методом зневоднення продуктів, який забезпечує збереження їх структури, біологічної активності та тривалого терміну зберігання. Процес передбачає глибоке заморожування продукту та подальше видалення льоду шляхом сублімації у вакуумних умовах. Технологічно він складається з кількох ключових етапів: заморожування, первинна сушка, вторинна сушка. Кожен з цих етапів потребує точного регулювання температури полиць, температури продукту, тиску у камері та подачі теплової енергії. Порушення режимів може призвести до погіршення якості продукту, руйнування структури або втрати активних компонентів. Саме тому автоматизація цього процесу є критично важливою.

У сучасних виробництвах активно застосовуються комп'ютерно-інтегровані системи, здатні здійснювати моніторинг, планування, прогнозування та керування технологічними процесами. Проте для вакуумних сушарок доступні рішення часто обмежені: вони забезпечують лише базове керування без оптимізації режимів та адаптивних алгоритмів. Це визначає актуальність створення комплексної системи управління, яка забезпечує стабільність сушіння, економію енергії та відтворюваність технологічних рецептів.

Мета роботи

Розробити теоретичні та практичні підходи до створення комп'ютерно-інтегрованої системи моніторингу та управління вакуумною сушаркою у виробництві ліофілізованих продуктів із забезпеченням високої точності регулювання температури, тиску та динаміки сублімації.

Теоретичні засади процесу ліофілізації

Основні етапи ліофілізації мають чіткі термодинамічні обмеження.

1. Заморожування

Продукт охолоджується до температури нижче точки евтектики. Рівномірність заморожування визначає якість сублімації. Теплові процеси описуються рівняннями теплопровідності:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2},$$

де a — коефіцієнт теплопровідності.

2. Первинна сушка (сублімація льоду)

Видалення льоду відбувається за температур нижче точки плавлення. Швидкість сублімації описується рівнянням:

$$m = \frac{P_{\text{парам}} - P_{\text{кам}}}{RT} \cdot K,$$

де $P_{\text{парам}}$ — тиск пари над продуктом,

$P_{\text{кам}}$ — тиск у камері,

K — коефіцієнт масопереносу.

Для стабільної первинної сушки необхідно уникати "плавлення" краю продукту, що можливе при перегріві полиць або недостатньому вакуумі.

3. Вторинна сушка

Мета — видалення зв'язаної вологи. Для цього температура підвищується, але в межах термічної стійкості продукту. Процес описується кінетичною моделлю десорбції:

$$\frac{dW}{dt} = -k(W - W_{\text{рівн}}),$$

де W — вологовміст,

k — коефіцієнт масопереносу.

Архітектура комп'ютерно-інтегрованої системи

Структура системи включає три рівні:

1. Польовий рівень

- датчики температури полиць;
- датчики температури продукту (термопари або оптичні зонди);
- вакуумметри (Пірані, капацитивні);
- виконавчі механізми (компресори холоду, нагрівачі, клапани, вакуумні насоси).

Сигнали оцифровуються та передаються до ПЛК.

2. Рівень ПЛК (контрольний)

Виконує:

- опитування датчиків;
- ПД-регулювання температури та тиску;
- виявлення аварійних станів (порушення вакууму, перегрів);
- реалізацію алгоритмів переходу між етапами сушіння.

Для температури полиць використовується ПД-контроль:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de}{dt}.$$

3. SCADA/верхній рівень

Забезпечує:

- реальний моніторинг;
- ведення трендів;
- управління рецептами сушіння;
- архів технологічних параметрів;
- візуалізацію стану сушарки.

Алгоритми управління

Алгоритми синхронізують:

- інтенсивність нагріву,
- рівень вакууму,
- температуру продукту (контроль від перегріву),
- швидкість сублімації.

Система повинна обмежувати динаміку підйому температури:

$$\frac{dT}{dt} \leq \gamma,$$

де γ – максимально допустима швидкість теплового навантаження.
Також передбачено модуль прогнозування завершення сублімації:

$$t_{\text{фініш}} = f \left(T_{\text{прод}}, \frac{dT}{dt}, P_{\text{кам}}, \frac{dm}{dt} \right),$$

що дозволяє автоматично переходити до вторинної сушки.

Результати та очікувані переваги

Запровадження запропонованої системи забезпечує:

1. Технологічні переваги

- точне дотримання рецептур сушіння;
- стабільна якість ліофілізованої продукції;
- зменшення кількості дефектів (колапс продукту, усадка, переплавлення).

2. Економічні переваги

зниження енергоспоживання;

скорочення часу виробничих циклів на 10–20%;

мінімізація браку.

3. Експлуатаційні переваги

1. зручність для оператора;
2. автоматичні переходи між етапами;
3. підвищена безпека та контроль стану обладнання.

Розроблена комп'ютерно-інтегрована система моніторингу та управління вакуумною сушаркою забезпечує значне підвищення ефективності процесу ліофілізації за рахунок точної координації параметрів нагріву та вакууму. Теоретичні моделі процесів сублімації, заморожування та десорбції дозволяють оптимізувати алгоритми керування та зробити процес стабільним і відтворюваним.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на впровадження моделей машинного навчання для прогнозування оптимальних режимів та створення цифрового двійника вакуумної сушарки.

Література

1. Ratti, C. Freeze drying of foods: principles and applications. *Journal of Food Engineering*, 2001, 49(4), 311–319.

2. Geankoplis, C. J. *Transport Processes and Separation Process Principles*. – 4th ed. – Prentice Hall, 2003. – 900 p. (розділи з масо- та теплопереносу застосовні до процесів сушіння).

3. Бугайов, В. М., Саченко, С. М. Комп'ютерно-інтегровані системи керування технологічними процесами. – Тернопіль: ТНТУ, 2017. – 380 с.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УМОВАХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ УКРАЇНИ

Баштовий М.О. студент гр. ЕЕ-24д, факультету інженерії, Руднєв Є.С. професор кафедри електричної інженерії, д-р. техн. наук., доцент

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Погіршення стійкості української енергетичної системи в умовах зовнішніх загроз, зростання частки нестабільної відновлюваної генерації та потреба у підвищенні маневровості електричних мереж актуалізують використання накопичувачів електричної енергії (НЕЕ). Згідно з аналітичними даними та результатами досліджень, наведених у статті [1], використання накопичувальних систем може суттєво підвищити стабільність роботи мережі та ефективність її функціонування.

Сучасні виклики, зокрема порушення роботи магістральних мереж і зростаюча нестабільність енергопостачання, демонструють недостатність існуючих можливостей енергосистеми забезпечувати оперативне регулювання режимів. Зі збільшенням частки сонячної та вітрової генерації, які характеризуються значними коливаннями виробітку, постає необхідність у технологіях, здатних швидко компенсувати дисбаланси. Саме тому інтеграція НЕЕ розглядається як один із ключових напрямів підвищення енергетичної безпеки держави. У комплексі ці фактори роблять впровадження НЕЕ одним з найбільш ефективних шляхів модернізації електроенергетичної галузі України.

Сучасний стан об'єднаної енергосистеми України характеризується значними викликами, що зумовлюють необхідність масштабної модернізації механізмів регулювання та підвищення гнучкості мережі. За офіційними оцінками НЕК «Укренерго», для забезпечення стабільної роботи системи та ефективного регулювання частоти необхідно щонайменше 1,3 ГВт швидкодіючих НЕЕ. Такий обсяг визначено на основі комплексного аналізу роботи магістральних мереж та прогнозних сценаріїв розвитку генерації й споживання. Потреба у впровадженні накопичувальних систем зумовлена низкою ключових факторів:

- дефіциту маневрових потужностей,
- вимкнення частини ТЕС,
- швидкого росту частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ),
- необхідності створення резервів на випадок аварій.

Унаслідок масштабних атак на об'єкти енергетичного комплексу НЕЕ отримують додаткове значення як елемент оперативного резерву.

У роботі [1] виконано чисельне моделювання режимів роботи електричних мереж у присутності акумуляторних систем. Показано, що інтеграція НЕЕ: зменшує амплітуду коливань частоти до $\pm 0,1-0,15$ Гц; скорочує період відновлення балансу після аварії на 30–45%; дозволяє зменшити втрати електроенергії на 3–6% залежно від конфігурації мережі; покращує показники якості напруги (зниження провалів на 15–20%). Економічна частина роботи показує, що системи накопичення енергії окупаються швидше, якщо вони виконують не одну, а комплекс послуг: FCR, aFRR, пікове зрізання та компенсацію дисбалансів генерації.

В Україні найбільш поширені і перспективні такі типи системи накопичення енергії (ESS): Електрохімічні (Li-ion): ефективність 88–94%; строк служби 10–15 років; швидка реакція (менше 1 с). Свинцево-кислотні системи: нижча вартість, втім обмежена глибина розряду. Гідроакумуляуючі станції (ГАЕС): діюча потужність Дністровської ГАЕС – 972 МВт; проєктна – 1296 МВт.

У перспективі – водневі накопичувачі: ефективність нижча (30–40%), але висока енергомісткість для довгострокового зберігання.

Вартість систем накопичення стрімко знижується: середня ціна Li-ion ESS у світі становить близько 260–300 \$/кВт·год; для великих проєктів – 180–210 \$/кВт·год; прогноз до 2030 року – 120–150 \$/кВт·год.

Економічні вигоди від використання ESS у мережі: додатковий дохід з ринку допоміжних послуг; зменшення аварійності; підвищення пропускну здатності ліній на 10–15%; зменшення диспетчерських витрат на балансування до 5 млрд грн/рік при масштабному впровадженні.

Переваги інтеграції накопичувачів електричної енергії: Підвищення надійності електромережі. Накопичувачі енергії здатні реагувати протягом кількох мілісекунд, компенсуючи різкі коливання навантаження та запобігаючи відхиленню параметрів мережі. Це суттєво зменшує ризик виникнення аварійних режимів і підвищує стійкість енергосистеми до зовнішніх впливів.

Стабілізація частоти електричної мережі. У режимах автоматичного регулювання частоти й резерву (aFRR, FCR) Н/Е забезпечують найвищу швидкість серед усіх типів маневрових потужностей. Їхнє використання дозволяє швидко відновлювати частоту до номінального значення та підтримувати її стабільність навіть за умов різких дисбалансів генерації та споживання.

Згладжування генерації ВДЕ. В умовах активного розвитку сонячної та вітрової енергетики накопичувачі відіграють ключову роль у компенсації їхньої періодичної нерівномірності. Зарядження у години профіциту та віддача енергії під час падіння генерації дозволяють збільшити частку ВДЕ в енергобалансі без ризику для системної безпеки.

Формування «пікової зрізки». Завдяки можливості акумулювати надлишкову енергію та віддавати її у години максимального споживання, Н/Е знижують потребу в запуску дорогих пікових газомазутних або вугільних блоків. Це забезпечує як економію енергоресурсів, так і зменшення викидів.

Функції резервування для критичних об'єктів. Накопичувачі можуть забезпечувати резервне електроживлення лікарень, військових об'єктів, дата-центрів та систем зв'язку. У разі аварійного відключення мережі вони здатні працювати автономно, підтримуючи безперервність роботи важливої інфраструктури.

Основні бар'єри та ризики: незавершена регуляторна база щодо роботи ESS на ринку послуг; високі початкові інвестиції для проєктів понад 50 МВт; необхідність підготовки персоналу для роботи з великими системами батарей; поступова деградація батарей, що потребує корекції їхньої експлуатаційної стратегії.

Рекомендації:

- створення комплексної національної програми розвитку ESS до 2030 року;
- надання інвесторам «зелених» стимулів: тарифів, грантів, податкових пільг;
- масштабування проєктів у регіонах із найбільшими ризиками відключень;
- впровадження цифрових систем керування ESS (EMS) на базі алгоритмів оптимізації;
- розвиток навчальних програм для енергетиків та диспетчерів.

Висновки. На основі аналізу, включаючи результати дослідження зі статті [1], можна стверджувати, що застосування накопичувачів електричної енергії є стратегічно важливим для модернізації української енергосистеми. Сучасні проєкти потужністю понад 500 МВт, технічні переваги ESS та економічна ефективність їх використання свідчать про високу доцільність масштабного впровадження цих технологій.

Література

1. Омеляненко Г.В., Черкашина В.В., Макаров А.О. Дослідження доцільності застосування накопичувачів електричної енергії в електричних мережах України. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Енергетика: надійність та енергоефективність. 2025. № 1 (10). С. 101-106.

ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА ПЕРІОД ФОРМУВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ МАСИ ТРИТИКАЛЕ

Руднев Є.С. магістрант гр. 201-24зм, спеціальності агрономія, Халін С.Ф. завідувач кафедри агрономії та землеустрою, канд. с.-г. наук
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Тритикале сьогодні вирощують на більшості континентів, придатних для сільськогосподарського використання. Ця культура поєднує у собі цінні біологічні та господарські властивості своїх батьківських форм – пшениці та жита. Вона характеризується значним потенціалом зернової продуктивності, підвищеною стійкістю до хвороб та широкою екологічною пластичністю. Близько 80 % світових площ під тритикале припадає на європейські країни, де й було започатковано селекцію цього злаку. Помітні обсяги виробництва також мають країни Азії й Америки, де культура поступово розширює площі посіву завдяки поєднанню невибагливості та високої продуктивності.

Основними напрямками використання тритикале є кормовиробництво та харчова промисловість. Також тритикале використовується у енергетичній, технічній та фармакологічній галузях. Однією з основних переваг тритикале є його здатність забезпечувати стабільні врожаї навіть за несприятливих умов. Культура добре росте на малородючих ґрунтах і може успішно висіватися після менш бажаних попередників, таких як соняшник чи окремі просапні культури. За оптимальних погодних умов тритикале здатне реалізовувати високий потенціал продуктивності – до 10 т/га, а у виробничих умовах стабільно формує 6–8 т/га. Висока адаптивність робить тритикале придатним до вирощування в широкому спектрі агрокліматичних зон. Культура витримує посушливі й спекотні умови, демонструє добру продуктивність на піщаних, кислих, засолених та інших проблемних ґрунтах, що нерідко виявляються непридатними для більш вимогливих зернових культур.

В сучасних умовах в кормовиробництві України спостерігається суттєве скорочення частки високоякісних трав'яних кормів, що зумовлює необхідність активнішого впровадження післяукісних і післяжнивних (проміжних) культур поряд із багаторічними травами. Попри значну кормову та агрономічну цінність, їх частка у структурі посівних площ залишається низькою, а в багатьох господарствах такі культури взагалі не використовуються. Причиною цього є недостатня поінформованість про їх роль у підвищенні продуктивності тваринництва та відсутність чітких рекомендацій щодо добору культур і технології вирощування.

Проміжні посіви, окрім отримання додаткової кількості поживної зеленої маси, позитивно впливають на родючість ґрунту завдяки формуванню постійного рослинного покриву, підсиленню міграції поживних речовин, активізації мікробіологічних процесів та поліпшенню водного режиму. Такі посіви зменшують ерозійні процеси, випаровування вологи та покращують мікроклімат поверхневого шару.

Перспективною альтернативою є озиме тритикале, яке повільніше втрачає кормову цінність і може забезпечувати господарство збалансованою зеленою масою від виходу в трубку до повного колосіння. У цей період зелена маса характеризується оптимальною поживністю, збалансованим вмістом протеїну та вуглеводів і високою поїданнєм.

Водночас різні сорти тритикале мають суттєві відмінності у темпах росту, тривалості фенологічних фаз та динаміці формування зеленої маси, що впливає на строки її надходження. Важливим є і фактор строку сівби, адже навіть зміщення його на кілька днів може по-різному впливати на темпи ростових процесів і момент досягнення фази, придатної для заготівлі зеленої маси. Саме тому актуальним є визначення того, як зміна строків сівби та сортових особливостей озимого тритикале впливає на час отримання зеленої маси у

весняно-літній період. У дослідженні [1] показано, що строки сівби та сортові особливості озимого тритикале суттєво впливають на фенологію та фенотипічний розвиток культури, зокрема на час формування зеленої маси, придатної для заготівлі корму. Автори зазначають, що в залежності від варіантів строку сівби та сорту тритикале можна забезпечувати цінний зелений корм протягом 20-25 днів у весняно-літній період. Дослідження було проведено на типовому малогумусовому середньосуглинистому чорноземі (0-20 см), з вмістом гумусу 4,55 %. Ця агроекологічна база є репрезентативною для багатьох регіонів, де тритикале як кормова культура може бути особливо корисною. У досліді враховувались два основні фактори: строк сівби (25 серпня; 5, 15, 25 вересня; 5 жовтня) та сорт тритикале (зокрема сорти AD 3/5, AD 44, ADM 9, ADM 11, Polisky 29 та AD 52).

Автори статті [1] підрахували, що при більш ранньому терміні сівби тритикале швидше переходить у ключові фенологічні фази: від сходів до кущіння, формування листової маси, а також до фази, коли зелена маса має високу кормову цінність і скошувати її економічно доцільно. Пізніший строк сівби – навпаки – гальмує розвиток, що відсуває початок періоду використання зеленої маси. Інтерпретація таких даних дозволяє припустити, що агрономічне регулювання часу сівби може бути засобом оптимізації надходження зеленого корму в системах годівлі тварин. Щодо сортів, виявлено значні відмінності: деякі сорти тритикале виявляють більшу фенологічну чутливість до дати сівби, тобто їх розвиток більш еластичний, вони краще «реагують» на ранні або пізні строки. Ця варіативність має практичне значення – застосовуючи сорти з різною реакцією, можна планувати каскадне надходження зеленої маси: одні сорти нададуть корм раніше, інші – дещо пізніше, що згладжує піки й провали в кормозабезпеченні. Крім фенології, дослідники звернули увагу також на продуктивність: вони відзначають, що інтенсивність фаз розвитку та кількісні показники продуктивних елементів (висота рослин, кущіння, листової маси) змінюються в залежності від взаємодії строку та сорту. Це означає, що не лише дата сівби або сорт окремо, а їх комбінація критично важлива для оптимальної продуктивності зеленої маси. Також варто підкреслити, що тривалість періоду забезпечення кормом (20–25 днів) не лише теоретично значуща, а має практичне значення для планування виробництва корму: це створює можливість більш точного інтервалу часу першої заготівлі (зріз зеленої маси або випас) і адаптації технології до потреб тваринницького господарства. За умови правильного підбору строків сівби й сортів господарства можуть спеціалізуватися на отриманні раннього зеленого корму, знижуючи потребу в інших джерелах або в імпорті кормової сировини.

Для максимального прискорення отримання зеленої маси рекомендується сіяти тритикале в оптимально ранні строки, з урахуванням кліматичних та ґрунтових умов регіону. Варто вирощувати такі сорти тритикале, які забезпечили кращий ранній розвиток при досліджуваних строках сівби. За потреби кормового конвеєру (ранній корм), можна планувати сівбу в декілька строків або використовувати сорти з різною фенологією, аби мати каскадне надходження зеленої маси. Моніторинг фенології має здійснюватися протягом вегетації, щоб визначити оптимальний момент для першого використання зеленого корму (скошування або випас).

Дослідження показало, що озиме тритикале здатне забезпечувати господарства цінною зеленою масою протягом 20–25 днів, причому тривалість цього періоду визначається строками сівби та сортовими особливостями культури. Отримані результати доцільно враховувати під час формування зеленого конвеєра у господарствах, орієнтованих на виробництво високоякісної продукції тваринництва.

Література

1. Svystunova I., Levenko M., Chumachenko I., Poltoretskyi S., Hudz N., Tarasov O., Puiu V., Kostenko N. (2023) Influence of sowing time and variety on the time of arrival of green forage from triticale in the spring-summer period. *Colloquium-journal. Agricultural sciences*, 14(173), 49-52.

REGULATED ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE AS AN EFFICIENT ENERGY-SAVING TECHNOLOGY

Tsukor O.S. student of group EE-23д, Rudniev Y.S. Professor of the Department of Electrical Engineering, Dr.Tech.Sci., Assoc. Prof.
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

With the advancement of technological progress, the global problem of energy conservation is becoming increasingly acute. This issue arises not only from the rapid growth of electricity consumption in industry and everyday life—which necessitates the construction and commissioning of new power generation capacities—but also from the finite nature of global natural resources. Since the majority of electric energy consumers are electromechanical converters, the most effective approach to addressing this challenge lies in the widespread implementation of adjustable electric drive systems across all sectors of the national economy. Such systems are recognized worldwide as among the most efficient energy-saving, resource-conserving, and environmentally friendly technologies.

The high efficiency of automated electric drives in controlling operational parameters and optimizing the performance of technological systems – particularly those involving pumps and ventilation units operating under variable load conditions – has been confirmed by decades of global experience. The use of automatic control allows for significant reductions in power losses, improved process stability, and enhanced operational flexibility.

In modern industrial practice, as well as in systems of heat and water supply that operate predominantly in steady or slowly varying load conditions, alternating current (AC) drives, and especially asynchronous (induction) motors, have gained the widest application. Asynchronous motors currently account for more than half of the world's total electricity consumption. Their popularity is largely due to recent advancements in the theory of electrical machines and AC drives, developments in automatic control of multivariable nonlinear systems, and the emergence of modern fully controllable power semiconductor devices. The evolution of microelectronic and microprocessor control and data processing technologies has further accelerated the adoption of regulated AC drives. The dominance of the squirrel-cage asynchronous motor (IM) in industrial applications can also be explained by its inherent reliability, stemming from the absence of brushes, commutators, slip rings, and permanent magnets. Its simple construction, compact dimensions, low rotor inertia, and the absence of commutation-related speed or current limitations make it highly suitable for a wide range of applications.

In the early stages of developing automatic control systems (ACS) for induction motor drives, the simplest control law used was the proportional relationship between stator voltage amplitude and frequency – expressed as $U/f = \text{const}$. However, it has been demonstrated that this control method cannot simultaneously ensure satisfactory mechanical and energy characteristics of the drive over a wide range of speeds and loads, due to the influence of stator resistance and leakage inductance. As a result, beginning in the 1960s, research shifted from this elementary control algorithm to more advanced techniques, particularly frequency–current control. In this method, a three-phase system of sinusoidal currents is generated in the stator windings, with amplitude, frequency, and phase determined by the required torque and flux linkage of the motor as well as the current rotor speed or position.

At present, the most promising control concept for asynchronous electric drives is vector control, which enables the induction motor to be treated as a two-channel system—analogue to a separately excited DC motor – within a coordinate system oriented along the rotor flux linkage vector. This approach allows independent control of the longitudinal (magnetizing) and transverse (torque-producing) components of the stator current vector, thereby achieving precise regulation of both the magnetic state and the electromagnetic torque of the machine.

Two fundamental approaches are used in the construction of vector control systems (VCS) for induction motors – direct field-oriented control (Direct FOC) and indirect field-oriented control (Indirect FOC). In the Direct FOC method, the components of the rotor flux linkage vector are estimated in a stationary reference frame (α , β) based on real-time measurements of voltages, currents, and rotor speed. The instantaneous values of the orientation parameters ($\cos \gamma_\psi$ и $\sin \gamma_\psi$) are then determined and used in the coordinate transformations required for decoupling control. Conversely, the Indirect FOC approach does not rely on real-time flux estimation. Instead, it determines the phase of the rotor flux vector through the integration of the sum of the electrical angular velocity and the estimated slip frequency, or by summing the electrical rotor angle with the integral of the slip frequency.

The implementation of vector-controlled induction drives provides high dynamic performance, improved efficiency, and excellent controllability of torque and speed across a wide operating range. These characteristics make the technology particularly valuable for applications demanding high precision, energy efficiency, and operational flexibility.

The study of regulated asynchronous electric drives demonstrates their pivotal role in modern energy-efficient technologies. The ongoing improvement of control strategies, semiconductor devices, and digital control platforms has transformed the asynchronous motor from a simple mechanical actuator into a highly dynamic and intelligent electromechanical system capable of precise regulation and optimization of energy use.

Energy Efficiency and Resource Conservation. The adoption of regulated asynchronous electric drives ensures significant energy savings by adapting power consumption to actual process requirements. This minimizes energy losses in mechanical systems such as pumps, fans, and compressors operating under variable loads.

Technological Advancement of Control Methods. The evolution from scalar U/f control to advanced vector control has enabled a transition from basic open-loop regulation to highly accurate dynamic control of torque and flux. Modern vector control methods allow asynchronous motors to achieve performance levels comparable to those of DC drives, while preserving their inherent advantages – robustness, simplicity, and low maintenance requirements.

Integration with Modern Power Electronics and Automation. The continuous improvement of power semiconductor devices, including IGBTs and SiC transistors, along with the rise of digital signal processors (DSPs) and microcontrollers, has allowed real-time implementation of complex control algorithms. This integration has led to enhanced stability, faster transient response, and improved adaptability of electric drives to variable industrial conditions.

Industrial and Environmental Impact. The large-scale application of adjustable asynchronous drives in industrial, municipal, and transportation systems leads to measurable reductions in total electrical energy demand. As a result, it supports sustainable industrial development and contributes to global environmental protection efforts.

Reliability and Operational Advantages. The structural simplicity of asynchronous motors, combined with the flexibility of vector control, provides high operational reliability, extended service life, and reduced maintenance costs.

Prospects for Further Development. Future research and development in the field of regulated asynchronous drives should focus on adaptive and predictive control systems, artificial intelligence-based optimization, and the integration of energy recovery technologies. Combining vector control with machine learning and digital twin modeling offers promising directions for the next generation of intelligent, self-optimizing electric drives.

Strategic Importance for Energy Policy. The widespread implementation of energy-efficient asynchronous drive systems aligns with the global agenda for energy transition, decarbonization, and sustainable development. Their use in various sectors—including manufacturing,

transportation, and utilities – can substantially reduce national energy intensity and improve the overall resilience of power systems.

Reference

1. Nguyen Phung Quang, Jörg-Andreas Dittrich. Vector Control of Three-Phase AC Machines (System Development in the Practice). Springer Berlin, Heidelberg; 2015. 364 p.

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ДОНЕЙТРАЛІЗАТОРА ПЛАВУ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ

Щербань О.А., аспірант кафедри КІСУ,

Лорія М.Г., завідувач кафедри КІСУ, д.т.н., професор

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Донейтралізація плаву аміачної селітри є однією з ключових стадій виробництва аміачної селітри, що використовується як напівпродукт для синтезу нітрогліцерину та інших антиангінальних препаратів. Від точності підтримання параметрів цього процесу залежать стабільність масової частки NH_4NO_3 , значення рН, температура та безпека перебігу подальших технологічних операцій — нітрування, стабілізації і фільтрації.

Порушення теплових режимів, відхилення концентрації або некоректне співвідношення реагентів можуть призвести до побічних реакцій, зниження виходу продукту або небезпечних умов у виробництві. Традиційні системи керування, що використовують окремі ПІД-регулятори, часто не забезпечують потрібної швидкодії та робастності за умов зміни властивостей сировини, збурень від попередніх і наступних технологічних стадій та високого рівня нелінійності процесу.

У цьому контексті актуальною є розробка комп'ютерно-інтегрованої системи контролю та управління (КІСКУ), яка базується на математичному моделюванні, адаптивних алгоритмах і глибокій інтеграції в загальнозаводську АСКТП.

Мета роботи

Метою даної роботи є розробка та дослідження комп'ютерно-інтегрованої системи контролю і управління процесом донейтралізації плаву аміачної селітри, яка забезпечує:

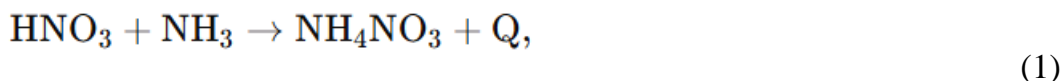
- стабілізацію параметрів температури, рН та концентрації NH_4NO_3 ;
- підвищення точності регулювання;
- зменшення впливу збурень;
- підвищення рівня безпеки технологічного процесу;
- можливість подальшої інтеграції із системою керування нітруванням

гліцерину.

Основний зміст та результати

1. Аналіз об'єкта керування

Донейтралізатор являє собою реактор, у якому відбувається реакція:



що супроводжується значним тепловиділенням. Основними керованими змінними є витрати азотної кислоти, аміаку та теплоносія. Основними контрольованими параметрами є температура плаву, рН та його концентрація.

До важливих збурень відносяться:

- зміна концентрації HNO_3 у вихідній кислоті;
- зміна тиску пари;
- відхилення температури зворотних потоків;
- нерівномірність подачі аміаку.

2. Математична модель

Для концентрації нітрат-іону в реакційній зоні використано рівняння матеріального балансу:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{G_{\text{HNO}_3} C_{\text{HNO}_3} - G_{\text{out}} C}{V} - k_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) C_{\text{HNO}_3} C_{\text{NH}_3}. \quad (2)$$

Тепловий баланс описується виразом:

$$C_p \rho V \frac{dT}{dt} = Q_{\text{реак}} - Q_{\text{відв}} - Q_{\text{вт}}. \quad (3)$$

Модель дозволила виділити ключові нелінійності, оцінити взаємозв'язки між каналами керування та визначити вимоги до алгоритмів регулювання.

3. Структура комп'ютерно-інтегрованої системи

Запропонована КІСКУ складається з трьох рівнів:

1. Польовий рівень

Датчики температури, рН, щільності, рівня, витрат аміаку і кислот. Приводи та регулюючі клапани.

2. Рівень ПЛК

Реалізація контурів підтримання параметрів. Передбачено:

- адаптивне ПІД-регулювання;
- компенсацію перехресних зв'язків;
- корекцію уставок залежно від швидкості тепловиділення.

3. Супервізорний рівень (SCADA/DCS)

- координація роботи локальних регуляторів;
- прогнозування параметрів на основі MPC;
- діагностика виробничих ситуацій;
- формування рекомендацій оператору;
- архівація та аналітика даних.

4. Алгоритми керування

Розглянуто два типи алгоритмів:

- Багатоконтурне регулювання з перехресними компенсаціями, що дозволяє врахувати взаємний вплив витрат реагентів на температуру та рН.
- Модельно-орієнтоване керування (MPC), яке мінімізує інтегральний критерій відхилень:

$$J = \sum_{k=1}^N [w_T (T_k - T_{\text{ref}})^2 + w_{pH} (pH_k - pH_{\text{ref}})^2] + \sum_{k=0}^{N_u} \lambda (\Delta u_k)^2. \quad (4)$$

MPC забезпечує прогноз поведінки параметрів і дозволяє оптимально змінювати подачу аміаку та кислоти з урахуванням обмежень безпеки.

Висновки

1. Проведено аналіз технологічного процесу донейтралізації та встановлено ключові фактори, що впливають на стабільність процесу та якість плаву аміачної селітри.
2. Розроблено математичну модель донейтралізатора на основі матеріального та теплового балансу, що дозволяє врахувати основні нелінійності та вплив збурень.
3. Запропоновано архітектуру комп'ютерно-інтегрованої системи керування, що включає польовий, локальний та супервізорний рівні.
4. Обґрунтовано застосування багатоконтурного регулювання та MPC для підвищення точності та робастності керування.

5. Очікується, що впровадження розробленої системи забезпечить зменшення коливань температури та рН, підвищить стабільність якості напівпродукту та рівень промислової безпеки виробництва.

6. Результати можуть бути використані для створення тренажера операторів та подальшої оптимізації АСКТП хімічного виробництва.

Література

1. Бублик А. М., Борисенко В. І. Автоматизація хіміко-технологічних процесів. – К.: Техніка, 2014. – 368 с.

2. Пичугин А. А., Клебанов Ф. Н. Математическое моделирование химико-технологических процессов: Учеб. пособие. – М.: Химия, 2013. – 352 с.

3. Fogler H. S. Elements of Chemical Reaction Engineering. – 5th ed. – New Jersey: Prentice Hall, 2016. – 1120 p.

3. Marlin T. E. Process Control: Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance. – 2nd ed. – McGraw-Hill, 2000. – 493 p.

ADAPTIVE ESTIMATION OF STATOR RESISTANCE IN VECTOR-CONTROLLED INDUCTION MOTOR DRIVES

Nikulin O.O. student of group EI-25ДМ, Rudniev Y.S. Professor of the Department of Electrical Engineering, Dr.Tech.Sci., Assoc. Prof.

Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

This paper presents a method for determining and continuously updating the stator resistance in a vector-controlled induction motor drive. Accurate knowledge of stator resistance is essential for the precise estimation of rotor flux and for maintaining correct field orientation in sensorless control systems. Since the resistance value varies with temperature, operating conditions, and aging, an adaptive estimation algorithm has been developed. The proposed method calculates the actual stator resistance in real time using measured stator currents, voltages, and magnetic flux linkage signals. The approach improves control accuracy, ensures stable flux estimation, and enhances overall system reliability without the need for additional sensors.

In high-performance vector control of induction motor drives, accurate knowledge of machine parameters plays a decisive role in ensuring stable operation and precise torque and flux control. Among these parameters, the stator resistance (R_s) is particularly critical because it directly affects the computation of the rotor flux vector. Even minor deviations of R_s from its actual value can lead to errors in flux estimation, degradation of torque control accuracy, and eventual instability of the drive system.

During operation, the stator resistance varies considerably due to temperature changes in the windings, magnetic loading, and long-term material aging. As a result, the initial resistance value obtained from laboratory measurements or nameplate data becomes inaccurate over time. This creates the need for real-time estimation or online identification of R_s directly within the control algorithm.

The adaptive estimation method proposed in this study allows the stator resistance to be determined dynamically during operation, ensuring accurate flux calculation and maintaining the field-oriented condition even under varying temperature and load conditions.

The estimation method is based on the mathematical model of the induction motor expressed in the stationary reference frame (α - β coordinates). The stator voltage equation can be represented as [1]:

$$\mathbf{u}_s = R_s \mathbf{i}_s + \frac{d\boldsymbol{\psi}_s}{dt}, \quad (1)$$

where \mathbf{u}_s and \mathbf{i}_s are the stator voltage and current vectors, and ψ_s is the stator flux linkage vector. From this relationship, it follows that any discrepancy between the measured voltage and the voltage estimated from the flux derivative reflects an error in the assumed value of R_s .

To determine the actual resistance, the algorithm continuously compares the calculated and measured flux linkages. The squared magnitude of the rotor flux linkage is expressed as:

$$|\psi_r|^2 = aQ + b, \quad (2)$$

where Q is the instantaneous reactive power and a, b are coefficients depending on the motor inductances and magnetic parameters.

By computing both the actual and estimated flux linkage magnitudes at each sampling interval and comparing them, the algorithm determines the deviation between the assumed and true values of the stator resistance. The correction signal ΔR_s is obtained from the normalized difference:

$$\Delta R_s = \frac{|\psi_r|_{meas}^2 - |\psi_r|_{calc}^2}{C|\psi_r|_{meas}^2}, \quad (3)$$

where C is a proportionality coefficient.

The updated stator resistance is then calculated iteratively as:

$$R_s(n) = R_s(n-1) + \Delta R_s(n). \quad (4)$$

This adaptive procedure is executed continuously, allowing the control system to track changes in resistance in real time as operating conditions vary.

Implementation in the Control System

The estimation algorithm is implemented in the microprocessor-based control unit of the drive. The system receives real-time signals of the stator phase currents, phase voltages, and inverter DC link voltage. These signals are processed by a digital block that performs coordinate transformation, reactive power calculation, and flux estimation.

A functional diagram of the algorithm includes:

- A block for computing the rotor flux magnitude based on voltage and current measurements.
- A comparison block for determining the deviation between actual and estimated flux magnitudes.
- A normalization and correction block to compute the resistance adjustment ΔR_s
- An integration block that updates the current value of R_s for use in the main control algorithm.

The updated resistance value is fed back into the flux observer and current regulators to correct the stator voltage drop calculation. As a result, even with significant temperature fluctuations in the stator winding, the rotor flux estimation remains stable, and the motor operates with minimal torque ripple and improved energy efficiency.

In addition, the adaptive estimation can serve as a diagnostic tool for detecting abnormal heating or insulation degradation in the stator windings. A sudden increase in the estimated R_s value may indicate excessive thermal loading, allowing predictive maintenance and improved drive reliability. The proposed algorithm combines simplicity of implementation with high computational efficiency, making it suitable for real-time operation in digital signal processors (DSPs) or microcontroller-based control systems. The method does not require additional sensors or complex identification experiments and can function under both steady-state and dynamic conditions.

Compared to fixed-parameter models, the adaptive estimation of stator resistance significantly enhances the accuracy of rotor flux estimation, especially during low-speed operation, where voltage drops across the stator resistance dominate the total stator voltage. Simulation and experimental results in related studies confirm that the adaptive correction stabilizes field orientation and minimizes steady-state errors in torque control.

The integration of this algorithm with other adaptive control elements – such as online rotor time constant estimation – can further improve the robustness of sensorless vector drives in varying thermal and mechanical environments.

Conclusions

The paper presents an adaptive method for online estimation of stator resistance in vector-controlled induction motor drives.

The algorithm continuously adjusts the resistance value based on real-time voltage, current, and flux data, maintaining accurate field orientation even under thermal variations.

Implementation of the method enhances flux estimation accuracy, improves torque control, and prevents drift in sensorless control systems.

The technique can also be used for diagnostic purposes, providing valuable information on stator heating and system health.

The simplicity and computational efficiency of the algorithm make it practical for integration into modern microprocessor-based control systems.

Reference

1. Krishnan, R. (2001). *Electric Motor Drives: Modeling, Analysis, and Control*. Prentice Hall.

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ, НАДІЙНОСТІ ТА ПРОГНОЗОВАНOSTІ ВИРОБНИЦТВА СТИСНЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Чекалов В.О., аспірант кафедри КІСУ,

Лорія М.Г., завідувач кафедри КІСУ, д.т.н., професор

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Розвиток сучасних промислових систем стиску природного газу супроводжується зростанням вимог до надійності та енергоефективності. Збільшення навантажень, нестабільні режими роботи та складні умови експлуатації зумовлюють потребу у високоточних інструментах прогнозування, діагностики та автоматичного керування компресорними станціями.

Технологія цифрового двійника (Digital Twin) є передовим інструментом індустрії 4.0, що дозволяє створити високоточну комп'ютерну копію фізичного обладнання та відтворювати у реальному часі всі його процеси. Для виробництва СПГ це відкриває можливості підвищення енергоефективності, зменшення аварійності та впровадження передиктивного (прогнозного) технічного обслуговування.

Мета роботи

Розроблення концепції, структури та алгоритмів цифрового двійника компресорної станції з інтеграцією у комп'ютерно-інтегровану систему управління (КІСУ), забезпеченням високої точності моделювання, прогнозування технічного стану та оптимізації режимів роботи.

Склад цифрового двійника компресора

Цифровий двійник включає п'ять взаємопов'язаних функціональних рівнів:

1. Фізична модель процесу стискання газу

- термодинамічні рівняння для визначення тиску, температури, ентальпії;
- моделі політропного та ізотермічного стискання;
- врахування коефіцієнта стискання Z ;
- моделювання реальних втрат, неізотермічності, нагрівання корпусу компресора;
- опис динаміки обертання ротора.

Ця модель забезпечує адекватність поведінки цифрового двійника до реального обладнання.

2. Детальна математична модель компресорної станції

- система диференціальних рівнянь, що описує нестационарний режим;
- моделі клапанів, трубопроводів, ресиверів;
- моделі вібрації та акустичних ефектів;
- теплові моделі електродвигуна та підшипників.

3. Система збору та передачі даних

- датчики тиску, температури, вібрації, витрати, струму;
- висока частота вибірки для критичних параметрів (до 10 кГц);
- протоколи зв'язку: Modbus TCP, OPC UA, MQTT для IoT-інтеграції;
- фільтрація сигналів, алгоритми очищення від шумів.

4. Інтелектуальний аналітичний модуль

Комплекс алгоритмів:

- Machine Learning для прогнозування виходу з ладу підшипників та обмоток;
- регресійні та нейронні моделі для оцінки залишкового ресурсу;
- кластеризація для виявлення аномальних режимів;
- алгоритми предиктивної діагностики, що визначають початок деградації вузла;
- модельно-орієнтоване управління (MPC) для оптимізації режимів роботи.

5. Інтерфейс візуалізації та інтеграції

- SCADA-система з повною 3D-моделлю компресора;
- цифрова панель реального часу;
- віртуальне тестування аварійних сценаріїв;
- можливість роботи у хмарних сервісах.

Нові можливості управління завдяки цифровому двійнику

1. Оптимізація енерговитрат Алгоритми MPC дозволяють знайти оптимальний режим роботи компресора при мінімальних витратах енергії, враховуючи змінні потоки газу.

2. Передиктивне технічне обслуговування Цифровий двійник аналізує тренди вібрацій, температур та навантажень — і може прогнозувати поломки за 30–60 днів наперед.

3. Глибинна діагностика у режимі реального часу Моделі дозволяють визначити:

- розбалансування ротора,
- зношення підшипників,
- перегрів вузлів,
- некоректні режими навантаження.

4. Стрес-тестування без ризику для обладнання. На цифровому двійнику можна:

- тестувати нові алгоритми керування,
- оцінювати поведінку системи під час аварій,
- моделювати екстремальні навантаження.

5. Повна інтеграція з КІСУ та IoT-платформами забезпечує можливість:

- отримувати дані з будь-якої точки світу,
- працювати у розподілених системах керування,
- централізувати управління різними компресорними станціями.

Етапи впровадження цифрового двійника

1. Формування цифрового профілю компресора (паспортні дані, криві компресії).
2. Розроблення термодинамічної та механічної моделі.
3. Оцифрування історичних даних та ідентифікація параметрів моделей.
4. Побудова системи збору даних та IoT-інфраструктури.
5. Навчання ML-модулів для прогнозування.
6. Інтеграція з PLC та SCADA.

7. Валідація, тестові експерименти, адаптація.
8. Промислове впровадження та моніторинг ефективності.

Висновки

Впровадження цифрового двійника компресорної станції у виробництво стисненого природного газу дозволяє здійснити кардинальну модернізацію процесу керування, забезпечивши:

- 25–30% економії енергії,
- меншення аварійності у 3–5 разів,
- підвищення продуктивності роботи,
- збільшення строку служби вузлів,
- стабільність технологічних режимів,
- високу точність прогнозування технічного стану.

Технологія цифрового двійника є ключем до повної цифрової трансформації компресорних станцій, відкриваючи шлях до автономних енергоефективних систем нового покоління.

ADVANCED IMPLEMENTATION OF A VECTOR CONTROL SYSTEM FOR SENSORLESS INDUCTION MOTOR DRIVES

Макаренко D.O. student of group EI-25дм, Rudniev Y.S. Professor of the Department of Electrical Engineering, Dr.Tech.Sci., Assoc. Prof.
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

This paper presents a practical implementation of a vector control system for an induction motor drive operating without a mechanical speed sensor. The study describes the algorithmic principles of rotor flux and speed estimation using only stator voltage and current measurements. The system ensures precise torque and flux control through forced synchronization of the stator current and rotor flux vectors. Theoretical relationships and a control structure are proposed to maintain stable operation across variable load and speed conditions. Experimental validation confirms that the developed method achieves high performance comparable to sensor-based vector drives while reducing cost, size, and hardware complexity.

Vector-controlled induction motor drives are widely recognized for their dynamic performance and precise torque control. However, traditional implementations require mechanical sensors—such as encoders or tachogenerators – to measure rotor speed or position. These devices increase the system’s cost, reduce reliability, and limit use in harsh industrial environments. To overcome these limitations, sensorless control methods have been developed, which estimate the rotor’s magnetic flux and angular velocity indirectly from electrical quantities of the stator. The practical implementation of such systems requires accurate modeling, real-time signal processing, and adaptive feedback algorithms.

In the developed system, the induction motor operates under field-oriented control (FOC), where the reference frame is aligned with the rotor flux vector. The angular velocity of the stator field is determined by the sum of the rotor’s electrical speed and the slip frequency [1]:

$$\omega_s = \omega_r + \omega_{sl}. \quad (1)$$

Here, ω_s is the stator field angular frequency, ω_r is the rotor electrical speed, and ω_{sl} is the slip frequency associated with torque production.

The electromagnetic torque of the motor is expressed as [1]:

$$M = \frac{3}{2} p L_m (i_{sq} \psi_{rd}), \quad (2)$$

where p is the number of pole pairs, L_m the magnetizing inductance, i_{sq} the torque-producing stator current component, and ψ_{rd} the rotor flux linkage.

In sensorless mode, both ψ_{rd} and ω_r are computed using a rotor flux observer, which processes the measured stator currents i_s and voltages u_s according to the motor model. The flux components are updated each control cycle as:

$$\psi_{rd}(t) = \int (u_{sd} - R_s i_{sd}) dt, \quad (3)$$

where R_s is the stator resistance and i_{sd} is the magnetizing current component.

The rotor speed is then determined from the slip relation:

$$\omega_r = \omega_s - \omega_{sl}. \quad (4)$$

The developed vector control system for the sensorless induction motor is implemented using a hierarchical control architecture composed of several interconnected loops: the torque (or slip) control loop, the flux control loop, and the current regulation loop. Each loop operates at a different dynamic level, ensuring both high-speed response and overall system stability. The main control objective is to maintain orthogonal alignment between the rotor flux and stator current vectors, thereby decoupling the electromagnetic torque control from flux control.

At the core of the system lies a rotor flux observer, which continuously estimates the rotor flux components and the corresponding angular position of the magnetic field. The observer receives as input the measured stator currents and voltages, and updates the flux estimates in real time based on the electrical model of the induction motor. The observer also includes low-pass filtering and compensation mechanisms that mitigate the effects of voltage measurement noise and integration drift, which are especially significant at low speeds. The accurate estimation of the rotor flux angle enables correct field orientation and ensures that the torque and magnetizing current components remain independent.

The inner current control loop is responsible for fast regulation of the stator current components along the d - and q -axes. These components are obtained through real-time coordinate transformation of measured phase currents using the estimated flux position. The d -axis current i_{sd} controls the magnetizing flux, while the q -axis current i_{sq} determines the torque-producing component. Each current loop uses a proportional–integral (PI) regulator with decoupling terms to compensate for the cross-coupling effects between the stator voltage equations.

The outer speed and flux control loops operate at a slower rate than the current loop and are responsible for generating the reference values of the stator current components. The speed controller calculates the required torque-producing current i_{sq}^* based on the difference between the reference and actual motor speeds. In the sensorless configuration, the actual speed is not measured but estimated through the slip frequency and stator field angular velocity. The flux controller, in turn, regulates the magnetizing current i_{sd} to maintain a constant flux magnitude in the rotor circuit, thereby stabilizing the motor's magnetic state and preventing saturation or demagnetization under changing load conditions.

The slip-frequency control plays a key role in ensuring synchronization between the estimated and actual rotor flux. The slip frequency is computed from the electromagnetic torque and flux linkage, and the controller continuously adjusts it to satisfy the condition of field orientation. As the difference between the reference and measured torque-producing current approaches zero, the calculated rotor speed matches its true value. This dynamic correction process effectively replaces the function of a mechanical speed sensor and ensures stable operation across the full speed range.

To enhance performance, the control algorithm incorporates parameter adaptation routines that compensate for temperature-induced changes in stator resistance and other machine parameters. These adaptive corrections are critical for maintaining accurate flux estimation, especially during startup and low-speed operation, where voltage drops across the stator resistance significantly affect the computed flux.

The entire algorithm is realized on a digital signal processor (DSP) or a high-performance microcontroller. The computation cycle typically includes data acquisition, coordinate

transformations, observer updates, control law computation, and pulse-width modulation (PWM) signal generation. The PWM inverter adjusts the motor supply voltage and frequency according to the control signals, maintaining high efficiency and low harmonic distortion. Real-time implementation of the algorithm allows the drive to respond rapidly to reference changes and disturbances while maintaining smooth torque and speed transitions.

The main feature of the proposed implementation is the forced orientation of the rotating coordinate system in the direction of the rotor flux linkage vector. This approach allows maintaining constant torque response and high dynamic accuracy even without direct speed feedback. The rotor flux estimation is based on electrical equations of the induction motor, ensuring self-synchronization of the model with the actual electromagnetic process in the machine.

Compared with traditional sensor-based systems, the presented method eliminates mechanical sensors, reducing system cost, increasing robustness, and allowing operation in dusty, high-temperature, or vibration-intensive environments. The simplified hardware structure also facilitates integration into compact variable-frequency drive units used in industrial automation, HVAC, and transport applications.

Reference

1. Boldea, I., & Nasar, S. A. (2010). *Electric Drives: Modeling, Analysis, and Control*. CRC Press.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ҐРУНТУ ТА РОСЛИН ДЛЯ ЗАВДАНЬ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Савельєв В.В., аспірант кафедри КІСУ, Целіщев О.Б., професор кафедри КІСУ, д.т.н.,
професор

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Сучасне сільське господарство активно трансформується у напрямку точного землеробства, де ключову роль відіграють інтелектуальні системи збору та аналізу даних. Системи моніторингу стану ґрунту та рослин, які базуються на сенсорних технологіях, бездротових мережах та алгоритмах обробки даних, дозволяють агровиробникам приймати науково обґрунтовані рішення, оптимізувати витрати ресурсів та забезпечувати стабільне зростання врожайності.

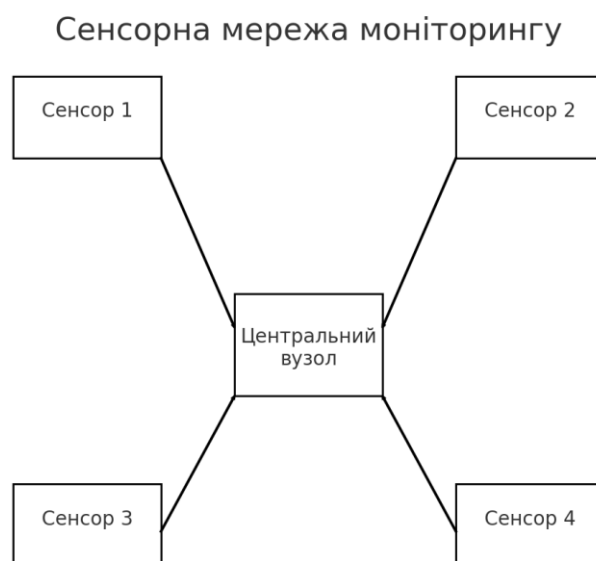


Рисунок 1. – Схема сенсорної мережі

Принципи функціонування системи

Інтелектуальна система моніторингу включає комплекс сенсорів, що вимірюють ключові параметри ґрунту та рослин, такі як вологість, температура, рівень рН, електропровідність, а також параметри мікроклімату. Зібрані дані передаються до центрального сервера або хмарної платформи за допомогою сучасних мереж зв'язку (LoRaWAN, ZigBee, NB-IoT). Далі застосовуються алгоритми обробки даних і моделі машинного навчання, які дозволяють прогнозувати потреби рослин, виявляти ризики та формувати рекомендації щодо управління агротехнологічними процесами.

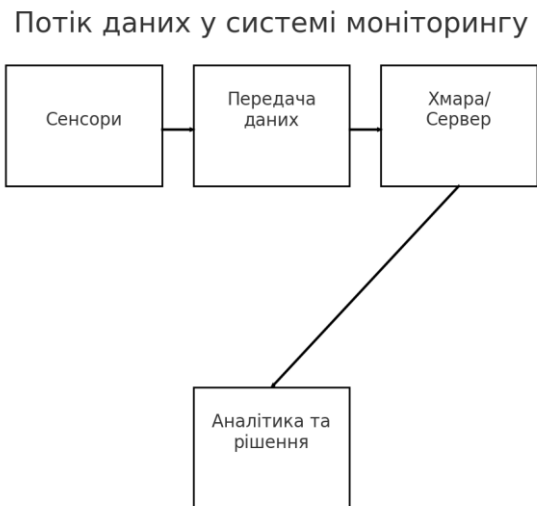


Рисунок 2. – Потік даних у системі моніторингу

Переваги впровадження інтелектуальних систем моніторингу

1. Підвищення якості прийняття рішень Дані високої точності та їх аналітична обробка дозволяють прогнозувати розвиток рослин і своєчасно коригувати агротехнічні заходи — удобрення, зрошення, захист рослин.
2. Оптимізація використання ресурсів Системи дають змогу застосовувати ресурси (воду, добрива, засоби захисту) у точній відповідності до потреб конкретних ділянок поля, що зменшує витрати та підвищує екологічну безпеку.
3. Підвищення стійкості та продуктивності виробництва Раннє виявлення стресових явищ, браку елементів живлення або потенційних хвороб дозволяє мінімізувати втрати та стабілізувати врожайність.

Приклади застосування

1. Системи точного внесення добрив. На основі аналізу параметрів ґрунту система автоматично формує рекомендації щодо змінної норми внесення добрив, що забезпечує оптимальне живлення та запобігає перевитратам.
2. Прогнозування захворювань та стресів рослин Аналіз мікрокліматичних даних та параметрів ґрунту за допомогою алгоритмів машинного навчання дозволяє прогнозувати появу шкідників, хвороб чи водного стресу.

Висновок

Інтелектуальні системи моніторингу стану ґрунту та рослин є наступним етапом розвитку цифрових технологій у сільському господарстві. Завдяки інтеграції сенсорних мереж, систем зв'язку та аналітичних алгоритмів, ці системи забезпечують високий рівень точності управління агровиробництвом. Їх впровадження сприяє підвищенню

продуктивності, економічної ефективності та екологічної стійкості сільськогосподарських підприємств. У контексті зміни клімату та зростання потреб у продовольчих ресурсах інтелектуальні моніторингові системи стають необхідним інструментом забезпечення стабільного та ефективного виробництва.

Література

1. Smith, J. (2020). "Smart Agriculture: Concepts, Technologies, and Applications." Springer.
2. Brown, A. (2018). "Automated Irrigation Systems for Agriculture." CRC Press.
3. Li, Y., Wang, F., Zhao, C., & Liu, H. (2017). "Smart greenhouse system based on IoT." In 2017 International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM) (pp. 1-6). IEEE.
4. Zeng, Z., Sheng, W., Zhang, Y., & Hu, J. (2019). "Design and implementation of greenhouse intelligent monitoring system based on IoT." Journal of Physics: Conference Series, 1168(5), 052027.
5. Zhang, Y., Yang, S., Xie, Y., & Jiang, Y. (2018). "Design and implementation of intelligent agricultural greenhouse monitoring and control system based on Internet of Things." In 2018 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET) (pp. 45-49). IEEE.

SENSORLESS OBSERVATION OF ROTOR FLUX AND SPEED IN FREQUENCY-CONTROLLED INDUCTION MOTOR DRIVES

Loda I. Yu. student of group EE-22Д, Rudniev Y.S. Professor of the Department of Electrical Engineering, Dr.Tech.Sci., Assoc. Prof.
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

This paper presents a theoretical justification and practical rationale for the observability of rotor flux linkage and rotor speed in a frequency-controlled asynchronous electric drive without the use of mechanical sensors. The approach relies exclusively on the measurement of stator currents and voltages, which are processed through a microprocessor-based control system. The developed observer model enables indirect estimation of non-measurable state variables with high accuracy, ensuring stable and efficient performance of the drive. The analysis demonstrates that rotor flux and angular speed can be reliably determined from electrical signals alone, providing a foundation for advanced sensorless vector control systems.

In modern electric drive engineering, one of the most important trends is the transition toward fully sensorless control systems. The traditional use of mechanical sensors, such as tachometers and encoders, for measuring motor speed or rotor position increases system cost, reduces reliability, and complicates maintenance. For this reason, the replacement of hardware sensors with computational algorithms that can estimate internal motor states using only electrical measurements has become a central research focus.

Microprocessor-based control systems have made it possible to perform functions that were previously implemented by analog sensors. As a result, the overall system becomes more reliable, lighter, and more compact, while maintaining the same or even higher quality of control. Within this context, the development of algorithms capable of determining rotor flux linkage and speed indirectly from stator voltage and current data represents a major step forward in the evolution of frequency-regulated induction motor drives.

The proposed concept of sensorless control is founded on a rigorous dynamic model of the induction motor formulated in a vector coordinate framework. This model represents the electrical, magnetic, and mechanical subsystems of the machine as a unified dynamic structure, capturing the interaction between the stator and rotor circuits through electromagnetic coupling. Such a

representation enables the description of motor behavior in transient and steady-state conditions using measurable electrical quantities. Within this model, the stator voltages and currents are considered the primary sources of information, while the rotor flux linkage and angular velocity are regarded as hidden state variables that cannot be directly observed due to the absence of mechanical sensors.

The central idea of the method lies in exploiting the intrinsic electromechanical relationships between the stator and rotor. Changes in stator currents and voltages directly reflect variations in the rotor magnetic field, since the magnetic flux linking both components evolves according to the machine's electromagnetic dynamics. By continuously measuring the instantaneous values of these electrical signals, the system can reconstruct the internal state of the motor and accurately estimate the rotor flux linkage, torque-producing components, and rotational speed. This process effectively transforms the induction motor into a self-observable system, where the state estimation replaces direct mechanical sensing.

The mathematical foundation of observability is established by analyzing the dependencies among the system variables within the state-space framework. Under normal excitation conditions and proper signal persistence, the model is fully observable, meaning that all internal states can be uniquely determined from the time history of measurable outputs. In practice, this theoretical property ensures that the flux and speed estimation algorithms have sufficient information to operate reliably even under variable load, supply voltage, or temperature conditions that may affect machine parameters.

To achieve this, an observer structure is integrated into the control system. The observer operates as a parallel dynamic model of the motor that continuously compares predicted signals with measured ones. The discrepancy between these values, referred to as the observation error, is used to correct the model's internal estimates in real time. This feedback process drives the estimated flux and speed toward their true values, enabling accurate reconstruction of the rotor's electromagnetic and mechanical states. The observer is implemented in digital form using a microprocessor or digital signal processor (DSP), which allows high-speed computation and adaptive adjustment of observer gains depending on operating conditions.

An essential aspect of the proposed method is the guarantee of stability and convergence of the observer. Even under parameter uncertainties or external disturbances, the system remains dynamically stable, and the observer continues to provide reliable flux and speed estimates. This property is crucial for the implementation of sensorless vector control, where precise information about the magnetic state of the machine is required to control torque and flux independently.

The implementation of the proposed approach in microprocessor-based control systems enables flexible and adaptive control of induction motor drives. Since all necessary computations are performed digitally, the system does not require additional analog sensors or complex signal conditioning circuits. This significantly reduces the hardware cost, improves system reliability, and simplifies integration with other automation components.

The algorithm's ability to accurately estimate flux linkage and speed under varying load and supply conditions makes it suitable for a wide range of industrial applications. These include pump and fan drives, conveyor systems, and precision motion control in manufacturing processes. The approach also enhances performance at low speeds, where traditional sensorless methods often face difficulties due to weak signal levels.

The proposed system can be integrated with advanced control methods such as field-oriented control and model predictive control. Furthermore, it provides a foundation for self-tuning and diagnostic functions, allowing automatic adjustment to parameter variations caused by temperature changes or component aging.

The analysis confirms that by using instantaneous measurements of stator currents and voltages, it is possible to reconstruct the magnetic state of the motor and determine the rotor's

angular velocity without mechanical feedback devices. This conclusion is supported by theoretical modeling and stability verification, which show that estimation errors remain bounded and converge over time.

In practical terms, the approach enables the design of energy-efficient and reliable electric drives with improved fault tolerance. By eliminating fragile sensors and moving mechanical parts, the overall robustness of the system is significantly enhanced. Additionally, the software-based estimation algorithms can be easily updated or optimized without changing the hardware configuration, ensuring scalability and long-term flexibility.

The microprocessor implementation also allows real-time monitoring and adaptive tuning of control parameters, which further improves transient performance and reduces overshoot during load changes. These characteristics make the proposed system an effective solution for industrial automation, transportation, and energy-saving technologies.

The observer-based estimation method ensures high accuracy and stable operation of the electric drive across a wide range of operating conditions, including transient and steady states.

The proposed sensorless control approach enhances system reliability, reduces hardware complexity, and lowers maintenance costs while maintaining precise control over torque and flux.

The combination of advanced control theory and microprocessor implementation provides a solid foundation for future development of intelligent, adaptive, and energy-efficient electric drives.

Reference

1. Nguyen Phung Quang, Jörg-Andreas Dittrich. Vector Control of Three-Phase AC Machines (System Development in the Practice). Springer Berlin, Heidelberg; 2015. 364 p.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ РІВНЯ У СХОВИЩІ СЛАБКОГО РОЗЧИНУ АМІАКУ ВИРОБНИЦТВА АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ

Лось С.М., аспірант кафедри КІСУ,

Целіщев О.Б., професор кафедри КІСУ, д.т.н., професор

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

У виробництві аміачної селітри слабкий розчин аміаку використовується як один із проміжних реагентів, а його стабільні параметри визначають ефективність і безпеку роботи донейтралізаційних та випарних установок. Сховище слабкого розчину аміаку є відповідальною ланкою технологічної схеми, оскільки відхилення рівня можуть спричинити порушення балансу реагентів, зупинки апаратів, гідравлічні удари, потрапляння повітря в систему або аварійні переповнення.

Традиційні системи керування рівнем будуються на однотипних ПІД-регуляторах, що працюють без урахування змінних гідравлічних характеристик, температури розчину та коливань тиску. За умов високої інерційності сховища та нестабільних витрат розчину такі системи часто проявляють коливальність або повільну реакцію на збурення. Тому актуальним є створення комп'ютерно-інтегрованої системи контролю та управління, що реалізує адаптивні та прогнозуючі алгоритми, забезпечуючи підвищену точність підтримання рівня.

Мета роботи

Метою роботи є розробка та дослідження комп'ютерно-інтегрованої системи контролю й управління рівня у сховищі слабкого розчину аміаку, яка забезпечує:

- точне та стабільне підтримання рівня при змінних витратах;
- підвищення надійності та безпеки технологічного процесу;
- можливість інтеграції з АСКТП виробництва аміачної селітри;

- зменшення коливань, запобігання переповненню та “сухому ходу”;
- адаптивність до гідравлічних і температурних збурень.

Основний зміст та результати

1. Аналіз об’єкта керування

Сховище слабкого розчину аміаку представляє собою вертикальну циліндричну ємність зі змінною витратою надходження та відбору розчину. На стабільність рівня впливають:

- коливання притоку від абсорбера або інших ділянок;
- нерівномірність відбору до донейтралізації або випарювання;
- зміни температури, що впливають на густину й рівень;
- зміни тиску газової фази.

Керуючі дії — положення регулюючих клапанів подачі та відбору. Контрольована величина — рівень у ємності.

2. Математична модель

Динаміка зміни рівня описується рівнянням матеріального балансу:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{1}{A} (Q_{in} - Q_{out}), \quad (1)$$

де

h — рівень рідини в ємності;

A — площа поперечного перерізу ємності;

Q_{in} — витрата подачі;

Q_{out} — витрата відбору.

Нелінійність вноситься характеристиками клапанів:

$$Q = C_v \sqrt{\Delta P}, \quad (2)$$

що враховано під час синтезу регуляторів.

3. Архітектура комп’ютерно-інтегрованої системи

Розроблена КІСКУ містить:

1. Польовий рівень:

- датчики рівня (гідростатичні/ультразвукові/радарні);
- датчики тиску та температури газової фази;
- виконавчі механізми (клапани подачі та відбору).

2. Рівень ПЛК:

- реалізація адаптивного ПІД-регулювання;
- модулі компенсації температурного впливу;
- обмежувачі керуючих дій для запобігання аваріям.

3. Супервізорний рівень (SCADA/DCS):

- візуалізація та архівація параметрів;
- прогноз рівня за допомогою модельно-орієнтованого блоку (MPC);
- автоматичне перемикання режимів «робота/обхід/аварія».

4. Алгоритми керування

Розглянуто два підходи:

- Адаптивне ПІД-регулювання, у якому коефіцієнти перебудовуються залежно від зміни витрат або температури розчину.

- MPC-регулювання, що мінімізує критерій:

$$J = \sum_{k=1}^N (h_k - h_{\text{ref}})^2 + \lambda \sum_{k=0}^{N_u} \Delta u_k^2, \quad (3)$$

де Δu_k — зміни положення клапана.

МРС забезпечує прогноз заповнення ємності та попереджує переповнення.

1. Проаналізовано технологічну роль сховища слабого розчину аміаку та визначено ключові фактори, що впливають на стабільність рівня.
2. Побудовано математичну модель динаміки рівня, що враховує гідравлічні нелінійності та дозволяє використовувати її для синтезу регуляторів.
3. Розроблено архітектуру комп'ютерно-інтегрованої системи з поділом на польовий, локальний та супервізорний рівні.
4. Адаптивне ПІД-регулювання та МРС показали перспективність для стабілізації рівня за умов змінних витрат і збурень.
5. Впровадження такої системи забезпечує підвищення технологічної безпеки, зниження ризику аварійних ситуацій та покращення ефективності виробництва аміачної селітри.

Література

1. Бублик А. М., Борисенко В. І. Автоматизація хіміко-технологічних процесів. – К.: Техніка, 2014. – 368 с.
2. Сорока М. С., Литвиненко А. С. Автоматизація хімічних виробництв: підручник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. – 412 с.
3. Пичугин А. А., Клебанов Ф. Н. Математическое моделирование химико-технологических процессов. – М.: Химия, 2013. – 352 с.
4. Seborg D. E., Mellichamp D. A., Edgar T. F., Doyle F. J. Process Dynamics and Control. – 4th ed. – Wiley, 2020. – 528 p.
5. Shinskey F. G. Process Control Systems: Application, Design, and Tuning. – 3rd ed. – McGraw-Hill, 1996. – 420 p.
6. Marlin T. E. Process Control: Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance. – 2nd ed. – McGraw-Hill, 2000. – 493 p.

MODERN INFORMATION TECHNOLOGY FOR THE DESIGN OF DIGITAL FILTERS FOR HIGH-PERFORMANCE VIDEO PROCESSING

Karpenko A.P., Postgraduate Student, Department of Information Technologies and Programming, Tselishchev O.B., Professor of the Department of Computer-Integrated Control Systems, Doctor of Technical Sciences, Professor
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

Modern tasks of video information processing are increasingly accompanied by high requirements for performance and accuracy. The emergence of cameras with high frame rates and increased resolution has created a demand for new structures of digital filters capable of real-time processing.

Digital filters are key elements in video processing, especially for tasks requiring fast response: automated inspection, medical visualization systems, and autonomous navigation systems. Depending on the type of noise and characteristics of video scenes, various types of filters are used: Gaussian, median, adaptive, bilinear, and wavelet filters. Each type provides specific advantages in terms of smoothing, edge preservation, or suppression of impulse noise.

In this context, the modern technology of digital filter design operates on two integrated levels: algorithmic and hardware. The first ensures processing accuracy, flexibility, and

adaptability, while the second provides the required throughput, scalability, and computational efficiency. Implementation of filters on FPGA, GPU, and ASIC platforms enables high-speed video processing in real time with minimal delays.

One of the key directions is the development of hybrid filters that combine the advantages of linear methods (such as FIR filters) with the properties of nonlinear (median or morphological) algorithms. This approach increases processing accuracy under complex noise conditions without excessive computational overhead.

Further progress in this field is focused on automated design of adaptive filters using high-level synthesis tools. Among the most widely used environments are MATLAB HDL Coder, Xilinx Vivado HLS, and Intel HLS Compiler, which enable generation of optimized code for hardware implementation on FPGA or GPU. This accelerates development, reduces the need for manual programming, and allows designers to take into account constraints on performance, power consumption, and memory usage.

Multilevel processing and mixed filtering structures also play an important role — for example, combining spatial filtering with transforms (wavelet, cosine, Chebyshev). Such solutions scale well on multicore systems and allow effective suppression of both local and global noise inherent in high-speed video.

Additionally, the integration of machine learning elements (such as CNNs for image enhancement) enables the creation of intelligent filtering modules capable of adapting to scene characteristics and dynamically adjusting processing parameters. This is particularly relevant for medical imaging, video surveillance systems, and autonomous vehicles, where image quality and processing speed are critical.

Thus, modern information technology for designing digital filters for high-performance video processing is based on tight integration of software and hardware solutions. Through flexible synthesis methods, the use of specialized hardware platforms, and intelligent processing algorithms, it becomes possible to achieve high-quality video while maintaining resource efficiency and real-time performance. This approach opens new horizons for the application of digital filters in mission-critical video analysis systems.

THEORETICAL FOUNDATIONS AND EVOLUTION OF DIGITAL CONTROL SYSTEMS: PRINCIPLES, ARCHITECTURES, AND TECHNOLOGICAL PROSPECTS

O.A. Duryshov, PhD Student, Department of Computer-Integrated Control Systems,
M.H. Loria, Head of the Department of Computer-Integrated Control Systems, Doctor of
Technical Sciences, Professor
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

Digital control systems (DCS) have emerged as a fundamental component of modern automated and cyber-physical environments. Their development is driven by the rapid progress of microelectronics, signal processing theory, embedded systems, and artificial intelligence. This article provides an expanded theoretical analysis of the structure, operational principles, and classifications of DCS, with particular emphasis on the mathematical and algorithmic foundations that determine system stability, accuracy, and robustness. The interactions between sampling, quantization, digital transformations, and feedback mechanisms are examined as essential processes defining system performance. Furthermore, the paper discusses technological challenges that arise in high-speed industrial systems and outlines future directions shaped by intelligent computation, IoT integration, and specialized hardware platforms such as FPGA and ASIC architectures.

1. Introduction

Digital control systems represent a natural evolution of classical automation concepts, transitioning from analog continuous-time regulation to discrete-time signal processing and algorithmic computation. Unlike analog controllers, whose behavior is governed primarily by physical components, digital controllers rely on mathematical models and software-implemented algorithms, providing unprecedented flexibility.

The theoretical foundation of DCS lies at the intersection of control theory, digital signal processing, computer engineering, real-time systems, and embedded architectures. This interdisciplinarity enables digital controllers to achieve high accuracy and maintain stability under dynamic conditions, making them integral to robotics, industrial automation, automotive electronics, telecommunication infrastructures, and medical technologies.

2. Fundamental Theoretical Concepts

2.1 Discretization of Continuous-Time Systems

A central concept underlying digital control is the mapping of continuous-time dynamical systems into discrete-time representations. For a continuous-time signal $x(t)$, the sampled sequence is

$$x[k] = x(kT_s), \quad (1)$$

where T_s is the sampling period. According to the Shannon–Nyquist sampling theorem, correct reconstruction is only possible when

$$f_s \geq 2f_{\max}, \quad (2)$$

max. Too low a sampling frequency results in aliasing, degrading control accuracy and potentially destabilizing the system.

2.2 Quantization and Digital Representation

Quantization introduces error defined as

$$e_q[k] = x[k] - Q(x[k]), \quad (3)$$

where $Q(\cdot)$ is the quantization operator. Quantization noise behaves as a stochastic signal and affects the closed-loop system, especially when controller gains are high.

3. Architecture and Operational Principles of Digital Control Systems

3.1 Structural Components and Information Flow

A digital control system includes the following functional stages:

1. Measurement subsystem converting physical variables into electrical signals.
2. Analog-to-digital conversion, which applies sampling, quantization, encoding, and filtering.
3. Digital control algorithm, typically implemented as a difference equation:

$$u[k] = f(r[k], y[k], u[k-1], y[k-1], \dots), \quad (4)$$

where $r[k]$ is the reference and $y[k]$ is the measured output.

4. Digital-to-analog conversion, which reconstructs a continuous-time signal through hold circuits.

5. Actuation subsystem, which transforms control energy into mechanical or physical work.

3.2 Mathematical Models of Digital Controllers

Digital controllers often implement one of the following forms:

- Direct programming of PID laws using discrete approximations,
- State-space models of the form:

$$\begin{aligned}
 x[k+1] &= A_d x[k] + B_d u[k], \\
 y[k] &= C_d x[k] + D_d u[k],
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

- Optimal control laws, such as LQR or MPC (Model Predictive Control),
- Adaptive and intelligent controllers, capable of online parameter tuning.

The transition from continuous matrices (A,B,C,D) to discrete matrices (A_d,B_d,C_d,D_d) typically uses:

$$A_d = e^{AT_s}, \quad B_d = \int_0^{T_s} e^{A\tau} B d\tau.
 \tag{6}$$

These transformations ensure that theoretical stability conditions carry over from continuous to discrete-time domains.

4. Classification of Digital Control Systems

4.1 By Control Paradigm

Open-loop systems

Operate without feedback and rely entirely on models.

Advantages: simplicity, low cost.

Limitations: strong sensitivity to disturbances.

Closed-loop systems

Use real-time feedback to correct the error:

$$e[k] = r[k] - y[k].
 \tag{7}$$

Closed-loop digital controllers rely heavily on difference equations and digital filters, ensuring stability under uncertainties.

4.2 By Computational Architecture

- Single-channel systems: one input and one output.
- Multivariable (MIMO) systems: highly coupled processes requiring coordinated control (robotic manipulators, chemical reactors).

4.3 By Implementation Type

- Software-defined controllers on microcontrollers or DSP processors.
- Hardware-accelerated systems on FPGA/ASIC for high-frequency applications.

5. Strengths and Challenges of Digital Control

5.1 Advantages

- High resistance to noise due to discrete processing and digital filtering.
- Easy implementation of low-pass, predictive, and adaptive algorithms.
- Flexibility to modify controller behavior via software without changing physical hardware.

- Integration with networked systems, IoT infrastructures, and AI-based decision-making.

5.2 Limitations and Theoretical Challenges

Computational delay

Every digital controller introduces processing latency:

$$T_{\text{delay}} = T_s + T_{\text{comp}} + T_{\text{comm}}.
 \tag{8}$$

Excessive delays degrade phase margin and may cause instability.

Quantization and finite precision

Finite word length affects:

- coefficient rounding,

- accumulation errors,
- limit cycles.

High sampling rates

While increasing accuracy, very high sampling frequency increases:

- computational load,
- energy consumption,
- hardware requirements.

6. Contemporary Technological Trends

6.1 Intelligent Algorithms

Modern DCS integrate AI methods such as:

- neural networks for nonlinear control,
- reinforcement learning for adaptive control strategies,
- anomaly detection based on predictive models.

These systems can autonomously learn optimal behaviors and detect early signs of faults.

6.2 Internet of Things and Cyber-Physical Integration

Distributed digital control is becoming a standard due to:

- real-time telemetry,
- remote diagnostics,
- cloud-based optimization algorithms.

6.3 FPGA and ASIC-Based Controllers

Field-programmable gate arrays enable parallel execution, surpassing conventional microcontrollers in high-speed applications such as:

- motor control,
- digital power systems,
- high-frequency telecommunications.

ASIC controllers provide maximum performance where ultra-low latency is required.

7. Applications and Practical Implications

Digital control systems are now indispensable in:

- Automotive engineering: electronic control units, braking systems, engine management.
- Robotics: coordinated multi-axis control, autonomous navigation.
- Industrial automation: chemical reactors, CNC machinery, process optimization.
- Telecommunication systems: modulation, channel equalization, real-time signal processing.

Their adoption reshapes entire technological infrastructures.

8. Conclusions

Digital control systems represent a mature yet rapidly advancing technological domain. Their theoretical basis—rooted in sampling theory, discrete-time modeling, and algorithmic computation—provides a robust foundation for solving complex automation problems. Future development will be characterized by the integration of AI-driven intelligence, increased processing speed, reduced energy consumption, and deeper convergence with IoT and cyber-physical technologies. These trends will continue transforming automation, enabling higher precision, adaptability, and reliability in increasingly complex engineering systems.

AUTOMATION OF RAW MATERIAL DRYING PROCESSES IN MODERN CEMENT PRODUCTION

O. M. Hudymenko, PhD Student, Department of Computer-Integrated Control Systems,
O. A. Kupina, Lead Engineer, Department of Computer-Integrated Control Systems
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

Modern cement manufacturing is an energy-intensive and technologically complex industry that requires a high level of automation to maintain stable product quality and improve energy efficiency. One of the critical stages in the technological chain is the drying of raw material mixtures, carried out in specialized industrial dryers. Effective control of the drying unit directly influences overall plant productivity and the cost of cement production.

Objective

To review existing technologies and modern approaches to automation of raw material drying processes in cement production, with a focus on current trends and efficient engineering solutions.

Specifics of the Drying Process in Cement Manufacturing

The drying stage involves removing moisture from the raw material before it enters the kiln. The efficiency and stability of this operation depend on the continuous monitoring and control of several key parameters, including:

- temperature of the drying medium,
- moisture content of the incoming and processed material,
- feed rate of the raw mixture,
- rotational speed of the dryer,
- pressure and flow rate of fuel or hot air.

These parameters interact in a highly dynamic, nonlinear environment influenced by fluctuations in raw material properties.

Approaches to Automation

Automation of industrial dryers is typically based on several complementary technologies. Programmable Logic Controllers (PLCs) provide direct control of airflow, drying temperature, and drum rotation speed using integrated sensors and actuators. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) systems enhance the process by offering real-time monitoring, visualization, data archiving, and alarm management.

More advanced techniques, such as Model Predictive Control (MPC), enable optimization of the drying process by accounting for variations in raw material characteristics and predicting system behavior. Adaptive control systems further improve regulation accuracy by adjusting control parameters in response to long-term changes in process conditions.

Benefits of Automating Drying Units

Automation significantly increases process stability and improves the quality and homogeneity of the raw mix. Precise control of thermal and flow parameters helps reduce fuel consumption and overall energy use. Automated systems also minimize the influence of the human factor and enhance operational safety by detecting abnormal conditions early.

Challenges and Future Prospects

A major challenge in dryer automation is the complexity of modeling heat and mass transfer phenomena under continuously changing material properties. Future advancements are expected to be driven by the integration of artificial intelligence, machine learning, and digital modeling technologies, which can provide deeper insight into process dynamics and support more autonomous control strategies.

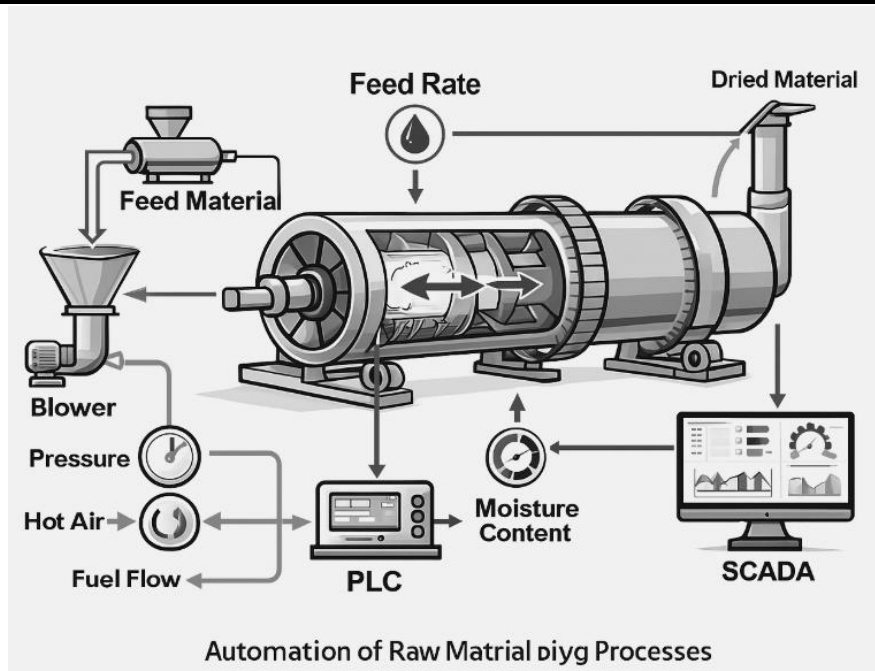


Figure. Structural and operational scheme of the raw material rotary dryer in cement manufacturing.

Conclusion

Automation of raw material drying processes is a vital component of cement industry modernization. The adoption of advanced digital and intelligent control solutions enables higher process efficiency, reduced production costs, and improved reliability of the entire technological chain.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РЕКТИФІКАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛОВОГО СПИРТУ

Білаонов А.Ч., аспірант кафедри КІСУ, Купіна О.А., провідний інженер кафедри КІСУ
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Системи ректифікації в спиртовому виробництві належать до найбільш складних і чутливих до змін технологічних процесів. Робота ректифікаційної колони визначається багатофакторними залежностями між тепловими потоками, складом сировини, тиском, температурою та масообмінними процесами на кожній тарілці. У реальних умовах колони постійно зазнає впливу коливань у складі браги, зміни температури пари, нестабільності подачі та динаміки теплового навантаження. Тому стандартні системи автоматизації, що працюють за ПІД-принципами, часто не можуть забезпечити необхідний рівень адаптації та регулювання у режимах зі складною нелінійною поведінкою.

Сучасні тенденції автоматизації демонструють, що наступним етапом еволюції керування є впровадження цифрових двійників, які дозволяють створити комплексну віртуальну модель ректифікаційної колони, що точно відтворює її фізичні, теплотехнічні та масообмінні характеристики. Такий двійник формується на основі поєднання термодинамічних рівнянь, моделей фазової рівноваги, динамічних рівнянь тепломасообміну та історичних даних роботи реальної установки. Завдяки цьому він здатний відтворювати поведінку колони у режимі реального часу та передбачати її реакцію на зміни технологічних параметрів ще до того, як ці зміни відбудуться у фізичній системі.

Цифровий двійник виконує одразу кілька ключових функцій. Перш за все, він забезпечує можливість прогнозувати динаміку складу дистиляту та кубового залишку,

аналізуючи внутрішні процеси у колоні з точністю, що недосяжна для традиційних засобів. У той час як наявні датчики здатні лише фіксувати температуру, тиск та окремі концентраційні показники, цифровий двійник формує повну картину стану кожної тарілки, включно з температурним та концентраційним профілем, швидкістю пари та рідини, інтенсивністю масообміну. Це дозволяє «бачити» процес у тих точках, де відсутні фізичні сенсори, формуючи віртуальні датчики та прогножуючи параметри, які неможливо виміряти напряму.

Крім того, цифровий двійник забезпечує можливість глибокого аналізу відхилень і нестабільності процесу. Моделі машинного навчання, інтегровані у цифровий двійник, здатні виявляти закономірності, що передують зниженню якості спирту або енергоефективності. Наприклад, зміна температури у верхній частині колони на десяти частки градуса може свідчити про відхилення у тепловому режимі, які ще не вплинули на кінцеву продукцію. Такі тонкі сигнали цифровий двійник розпізнає набагато швидше, ніж оператор чи традиційний контролер, що дає змогу здійснити корекцію в режимі реального часу.

Однією з найважливіших переваг цифрового двійника є здатність до оптимізації режимів роботи на основі предиктивних алгоритмів управління. Завдяки цьому система не просто підтримує задані параметри, а й обирає режими, які забезпечують мінімальне енерговитрачання за збереження заданої якості спирту. Для ректифікаційних колон, де витрати на пару становлять значну частину енергоспоживання, можливість оптимізувати подачу тепла та рефлюкс відкриває потенціал зниження споживання енергії на 15–25%. При цьому система здатна адаптуватися до зміни складу браги без необхідності ручного втручання оператора.

Не менш важливою є здатність цифрового двійника визначати ризики розвитку аварійних ситуацій. Зсув температурного профілю, поява вторинного кипіння, переповнення тарілок або зниження ефективності масообміну — усе це може бути прогнозовано задовго до того, як спричинить технологічний збій. Цифровий двійник аналізує динаміку параметрів і пропонує оператору оптимальні дії, або ж автоматично передає рекомендації системі керування.

У перспективі цифровий двійник може стати не лише засобом аналізу та оптимізації, але й основою для створення автономних ректифікаційних систем, здатних працювати без участі оператора. Інтеграція з хмарними платформами дозволить здійснювати дистанційний контроль та оптимізацію, а розвиток алгоритмів штучного інтелекту — формувати повністю автоматизовані виробничі лінії.

Висновки

Створення цифрового двійника ректифікаційної колони є важливим кроком у розвитку сучасних систем автоматизації спиртового виробництва. Такий підхід забезпечує значно вищу точність контролю, гнучкість управління та здатність прогнозувати поведінку системи в умовах технологічних збурень. Інтеграція цифрового двійника у виробничу інфраструктуру дозволяє підвищити якість готової продукції, скоротити енерговитрати і поліпшити стабільність технологічного процесу, відкриваючи шлях до впровадження інтелектуальних автономних виробництв.

Література

1. Johnson M. "Advanced Distillation Control in Industrial Processes" – New York: Wiley, 2020.
2. Petrova A., Nguyen L. "Automation in Alcohol Production: Trends and Technologies" – Chemical Engineering Review, 2021.
3. Василенко С.Ю. "Автоматизація процесів ректифікації у харчовій промисловості" – Харків: НТУ "ХПІ", 2019.

підтвердити свої знання, уміння та навички з даної теми практично, виконавши кресленик різьбового з'єднання з обраних деталей.

Завдання містить зображення фрагмента деталей, що з'єднуються, у розрізі (головне зображення) і вид уздовж осі. На них зображені також наскрізний отвір у деталі, що приєднується, та отвір в основній (несучій) деталі. Причому, залежно від варіанта завдання, другий отвір може бути гладким наскрізним (під болт) або різьбовим, наскрізним або глухим (під гвинт або шпильку). Згідно з варіантом завдання, глибина різьблення в глухому отворі може бути різною залежно від того, на яку глибину має бути угвинчена стандартна різьбова деталь. На глибину, що дорівнює зовнішньому діаметру різьби для сталі, латуні або бронзи. На глибину, що дорівнює 1,25 і 1,6 або 2-м цим діаметрам, відповідно, для ковкого і сірого чавунів або легкого сплаву на основі алюмінію або магнію.

Крім того, залежно від варіанта завдання, там же зображено три варіанти стандартних гвинтів, шпильок або болтів із зазначенням їхніх розмірів згідно з довідковими даними. Кожен із варіантів відрізняється довжиною різьбової деталі, довжиною різьблення на ній, а у гвинта ще й формою головки.

У завданні також наведені під згадані різьбові деталі згідно зі стандартами, два варіанти шайб різного функціонального призначення – кругла плоска і пружинна та два варіанти гайок різних виконань – з однією або двома фасками.

При виконанні завдання студенту необхідно спочатку вибрати з трьох наведених варіантів відповідну за довжиною стандартну різьбову деталь залежно від зазначеного матеріалу деталі, в якій виконано різьбовий отвір. Це стосується варіантів завдань, що містять гвинти або шпильки. Що стосується гвинтів, то в таких завданнях міститься ще й додаткова умова. Так, придатних за довжиною гвинтів може виявитися два. З них треба вибрати той, який підійде, зважаючи на геометрію голівки гвинта і зенкування отвору в деталі, що приєднується. Наприклад, під гвинт із потайною або напівпотайною голівкою в деталі, що приєднується, має бути виконане зенкування конічної форми. За наявності такої, саме такому гвинту і віддають перевагу, а не гвинту з іншою формою головки за інших рівних умов.

Шайбу слід вибрати виходячи з двох міркувань. Насамперед із призначення шайби. Якщо матеріал деталі, що приєднується, м'який, зокрема, пластмаса, слід обрати плоску круглу шайбу для його захисту від надмірного тиску та стирання голівкою гвинта або гайкою. Якщо матеріал досить міцний, то слід звернути увагу на розміри зенковки в деталі, що приєднується. Кругла плоска шайба може виявитися просто занадто великого діаметра. Тоді слід вибрати пружинну шайбу.

З двох виконань гайки необхідно обирати те, яке узгоджується з обраною шайбою. Якщо шайба плоска, призначена для зменшення тиску на деталь, що приєднується, то логічно застосувати гайку у виконанні з однією фаскою для зменшення тиску на саму шайбу і ще меншого тиску через неї на деталь, що приєднується. У з'єднаннях із пружинною шайбою слід застосовувати гайку у виконанні з двома фасками, як більш універсальну (можна нагвинчувати будь-яким боком), якщо завдання зниження тиску не стоїть.

Таким чином, усе розглянуте належить до першої прискореної стадії контролю знань студента – теоретичної. Студент може просто письмово в режимі тестування вказати правильні відповіді на ці запитання.

Для глибшої оцінки володіння дисципліною з даної теми студенту слід запропонувати виконати кресленик різьбового з'єднання згідно з варіантом завдання.

На цій стадії він автоматично сам переконається в тому, наскільки правильно впорався з першою стадією. Чи достатньої, чи надмірної довжини різьбова деталь, чи узгоджується форма голівки гвинта з формою зенковки, чи відповідає шайба геометричним параметрам зенковки і своєму призначенню в з'єднанні, чи того виконання обрано гайку під

цю шайбу. Якщо студент у цій частині в чомусь помиляється, то викладачеві легко буде оцінити правильність його відповіді.

Крім того, графічна стадія виконання завдання дає змогу проконтролювати, наскільки студент розуміє, які лінії мають використовуватися в зображенні різьблення та різьбового з'єднання, які лінії стають невидимими та їх не слід зображати.

РОЛЬ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ В ОСВІТІ

Ничик М.С., група АТП-22д, Савельєв В.В., аспірант кафедри КІСУ,
Карпюк Л.В., старший викладач
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Для сучасного суспільства отримання нових знань, освоєння нових технологій, методів управління суспільними та науковими процесами набуває важливого значення. Будь-який вид діяльності має проходити певні етапи, які безпосередньо пов'язані зі збором інформації, її аналізом, вибором пріоритетних завдань, знаходженням оптимальних варіантів розв'язання цих завдань, формуванням підходів до здійснення задуманих цілей.

На сьогоднішній день студенти і викладачі університетів є представниками того суспільного середовища, в якому існує величезний потік постійно оновлюваної інформації, а через обмежені можливості людина не може в повному обсязі скористатися цим «величезним потоком». За обставин, що склалися, людство підійшло до такого процесу як «інформатизація». Інформатизація – це масштабний процес, що зачіпає всі сфери суспільного життя, спрямований на задоволення потреби людей в інформації, а також на побудову потужної телекомунікаційної інфраструктури.

Одна з головних позицій в інформатизації суспільства відводиться інформатизації у сфері освіти. Інформатизація освіти – це процес забезпечення системи освіти теорією і практикою розроблення та використання нових інформаційних технологій, орієнтованих на реалізацію цілей навчання і виховання.

Процес інформатизації освіти включає в себе систему заходів:

- оснащення закладів освіти та органів управління освітою апаратними та програмними засобами інформаційних технологій;
- підключення високошвидкісними каналами до регіональних, національних і міжнародних комп'ютерних освітніх мереж, до глобальної мережі Інтернет;
- створення та розміщення в мережі Інтернет інформаційних ресурсів освітнього призначення, інтеграція різноманітних баз даних на регіональному та державному рівні;
- формування інформаційної культури в усіх учасників освітнього процесу: співробітників, педагогів, студентів;
- створення системи безперервного навчання педагога інформаційним технологіям (курси, експрес-курси, міні-семінари, постійно-діючі семінари, конференції).

Але зараз ситуація склалася таким чином, що молоде покоління дедалі більше цікавить використання інформаційних технологій як розваг, а не з метою навчання та отримання нових знань. Для того щоб розвинути у студентів інтерес використовувати інформаційні технології з науковою метою, має бути компетентний викладач, який здатний навчити дане покоління жити в епоху інформаційних технологій і дати основу володіння цими технологіями. Тобто процес інформатизації освіти неможливий без участі грамотного і кваліфікованого фахівця, який глибоко знає процеси, що відбуваються в освіті, вміє використовувати інформаційні технології у своїй професійній діяльності, володіє грамотністю, ерудицією тощо.

Разом із цим інформатизація в освіті має низку суперечностей.

1. Більшість викладачів на своїх дисциплінах стикаються з неякісним програмним забезпеченням, з технічними складнощами організації процесу навчання і через це вони відмовляються від застосування комп'ютерних технологій на заняттях.

2. Багато з інформаційних технологій у стінах навчальних закладів повною мірою не забезпечені потрібним для навчання пакетом програм.

3. Оскільки одним з основних напрямів інформатизації є побудова інформаційного освітнього простору, то в даному контексті виникають такі проблеми, як відсутність єдиного стандарту програмного забезпечення, нестача технічного персоналу з обслуговування технічних пристроїв.

4. Відсутність єдиної інформаційної культури.

Використання різних освітніх засобів інформаційних технологій у навчальному процесі дає змогу вирішити такі завдання:

- освоєння предметної області на різних рівнях глибини та детальності;
- вироблення вмінь і навичок розв'язання типових практичних задач в обраній предметній області;
- вироблення вмінь аналізу та прийняття рішень у нестандартних проблемних ситуаціях;
- розвиток здібностей до певних видів діяльності;
- відновлення знань, умінь і навичок.

Безсумнівно, сьогодні електронні навчальні ресурси стають визначальним елементом розвитку освіти. Але як будь-яка освітня технологія, включення в навчальний процес електронних ресурсів має відповідати законам педагогіки, новим умовам навчання, вимогам освітньої організації. Електронне навчання має свої переваги порівняно з традиційним, але найбільший ефект дає змішана технологія навчання. Змішана модель навчання дає змогу поєднувати традиційне навчання, де заняття проводяться в аудиторному вигляді (лекції, семінари, лабораторні роботи), водночас проводячи частину практичних заходів в електронному вигляді, та дистанційну форму навчання. Це дає змогу викладачеві концентрувати увагу на цікавіших і складніших темах курсу, не приділяючи такої самої уваги основним теоретичним поняттям, які студент засвоює, виконуючи електронні тестування або беручи участь в обговоренні на форумі чи блозі.

Реалізація цих освітніх технологій здійснюється в кілька етапів.

1. Концептуальний. На цьому етапі визначають мету з орієнтацією на досягнення результатів: формування, закріплення, узагальнення або вдосконалення знань; формування вмінь; контроль засвоєння тощо.

2. Технологічний. На основі сформульованих вимог до освітніх електронних ресурсів за цілями та методичним призначенням проводиться багатофакторний аналіз і відбір освітніх електронних ресурсів.

3. Операційний. На цьому етапі проводиться деталізація функцій, які можна покласти на електронні засоби навчання, і способів їхньої реалізації, а також вибір способів взаємодії того, хто навчається, з електронним ресурсом.

Під час організації занять необхідно враховувати рівень підготовки студентів, методичну мету заняття, тип заняття (лекція, практика або лабораторна робота), готовність тих, хто навчається, до сприйняття інформації за допомогою нових технологій. Загалом застосування електронних технологій навчання в освіті корисне, якщо та чи інша освітня електронна технологія дає змогу одержати такі результати навчання, які не можна одержати без застосування цієї технології.

Електронне навчання дає змогу підвищити сприйняття інформації та якість навчання шляхом упровадження в навчальний процес різноманітних активних та інтерактивних форм, що є на даний час і обов'язковою вимогою вищої школи. Більшість із методик застосування

таких форм навчання можуть і повинні супроводжуватися застосуванням обчислювальної та комунікаційної техніки. Для забезпечення застосування електронного навчання необхідні ресурси: технічні, кадрові, навчально-методичні. Усе це потребує значних фінансових і часових витрат. Але зусилля, витрачені на розробку даних видів занять із застосуванням інформаційних технологій, компенсуються, якщо застосування їх методично виправдане, продуктивне.

Таким чином, інформатизації освіти в сучасному світі відводиться дуже суттєва роль, оскільки саме цей процес є «двигуном» майбутнього, саме від цього процесу залежить успіх якості освіти країни, її технічний потенціал, а безпосередньо успіх цього процесу залежатиме від висококласних спеціалістів, які здатні усунути нагальні проблеми інформаційного світу та просунути його на новий, вищий рівень.

THE LANGUAGE OF GRAPHICS AS THE BASIS OF ENGINEERING CULTURE

Salinko N.M., group ATP-22d, Titarenko O.V., postgraduate student of the KISU department,

Davidenko N.O., senior teacher, Karpiuk L.V., senior teacher

Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

The development of new information technologies poses a challenge for pedagogical science to comprehend traditions and evaluate innovations when developing strategies and tactics for the development of engineering education.

One of the components of an engineer's competence is proficiency in the language of engineering culture – the language of graphics. This most ancient of languages is an international language of communication; it is precise, clear, and concise. Clear presentation of information in any field of human knowledge is achieved through the use of graphic language.

Graphic training for students at technical universities has undergone tremendous changes over the past decade, and teaching technology has changed. The educational space has been filled with new high-tech tools, graphic software, and multimedia complexes.

At the same time, university lecturers note a noticeable decline in the level of preparedness of school graduates for further education. Among the reasons for this situation, it is worth highlighting the fact that schools place greater emphasis on subjects such as mathematics, physics, chemistry, and languages, the level of knowledge of which is monitored by centralized testing during the admission process. Subjects such as «Drawing» have been removed from the curriculum of most schools altogether.

Therefore, university professors, observing the situation and understanding the importance of engineering graphics in the study of specialized disciplines and general professional training of technical personnel, are attempting to rectify the situation. Teaching methods are typically subject to modernization. Computerization is undoubtedly an effective lever for intensifying the educational process.

However, it is not yet possible to replace all types of classroom activities with multimedia ones. Therefore, the teacher remains the main person in the educational process. The quality of education largely depends on their mastery of the subject matter and competent use of methodological support. Students majoring in «Automation, computer-integrated technologies, and robotics» at the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University study the discipline «Engineering Graphics», which combines descriptive geometry, engineering graphics, and computer graphics.

In the first year of study, students are offered to master the classic connection between descriptive geometry and engineering graphics. The main goal is to develop spatial and visual thinking, master the theory of images, and become familiar with industry standards for drawing design.

Special attention should be paid to studying the discipline «Descriptive Geometry». Lectures on this discipline using innovative methods increase the amount of material covered in the lecture by 30-50% compared to the traditional method. Lecture presentations are designed in such a way as to show the solution to a problem step by step, with enlarged fragments of the problem and the most significant constructions highlighted in a different color, if necessary.

The graphical solution of the problem is also accompanied by color three-dimensional models in the most advantageous position for the given stage of the problem solution. Of particular note is the ability to return to the previous stage, which is impossible to do when reading a traditional lecture on descriptive geometry.

A multimedia space with a step-by-step solution presentation is also used for practical classes in descriptive geometry. Conducting practical classes in this form also increases the number of tasks covered in the practical class, allows for the inclusion of more complex tasks and graphic tasks that take into account the students' future specialization.

The next stage involves learning how to use modern engineering tools—various modern software packages designed for preparing drafting and design documentation and developing the designs themselves. The basic software product is AutoCAD, a leading graphics editor in the field of engineering design, as well as a basic platform for a huge number of programs and specialized software packages.

The course is organized in the form of training. Students complete small tasks, learning how to use the tool. Each task consists of several graphic sheets, is issued in electronic form, and contains conditions, examples of completion, methodological recommendations, hints, and, in some cases, a video presentation or step-by-step instructions for completing the task. All work is done directly in class under the guidance of the instructor. Students are given homework assignments to be completed independently.

Thanks to the use of a large number of electronic educational resources, students work mainly independently, but the teacher checks the completion of tasks and helps to cope with difficulties. It is advisable to include small parts of future coursework and thesis projects in the assignments or to use elements of real engineering projects. The assignments vary in content and form. This allows students to maintain a high level of interest and, therefore, provides sufficient motivation for successful mastery of the discipline.

Modern information technologies in the form of automated graphic systems for creating drafting and design documentation make it possible to completely abandon the traditional technique of creating project documentation using a compass and ruler. In the structure of engineering graphics, computer graphics acts as an «electronic» drawing board.

However, in order for students to communicate effectively with a computer in a graphics editor environment, they need to be familiar with a number of graphic conventions and simplifications that reproduce technical objects, such as conventional images and symbols for graphic elements (cuts, welds, roughness, etc.), read and master the basic rules for drawing up drawings (lines, rules for applying dimensions, etc.).

By creating such a training model, students gain knowledge about high technologies, learn to work with libraries of design elements, create drawings, and use all the capabilities of the AutoCAD graphics editor to prepare high-quality graphic documentation. Later, when studying specialized subjects, they no longer waste time learning how to use the tools, but instead have the opportunity to create and deepen their knowledge.

Thus, organizing students' educational activities using innovative methods makes it possible to prepare them well for their future graphic design work despite the reduction in classroom hours.

The experience of comprehensive training of students in graphic disciplines proves the inviolability of the postulates of continuous education. A comprehensive system of goals helps to

preserve the knowledge acquired by students in their first year and create a good basis for the formation of the basic professional competence of an engineer.

It is safe to say that the language of graphics is the foundation of engineering culture. It contributes to the intensification of the educational process, stimulates cognitive activity, promotes the individualization of learning, develops algorithmic thinking in students, gives the learning process a creative, research-oriented focus, brings out the active, dynamic nature of this process, and allows students to fully reveal and utilize their creative abilities.

ОЦІНКА СТАНУ ЗАХОРОНЕНИХ ВІТРИФІКОВАНИХ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ

Андрєєв К.В., група 369, науковий керівник Хом'як Е.А., старший викладач, PhD
*Національний авіакосмічний університет
ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"*

Поводження з високоактивними радіоактивними джерелами є критичним питанням, яке стоїть перед ядерною промисловістю в усьому світі [1]. Будь-які радіоактивні відходи (РАВ) становлять ризик у разі неправильного поводження, що може призвести до серйозного забруднення навколишнього середовища, проблем зі здоров'ям і загрози безпеці.

Традиційно управління значною мірою покладається на перевірку неавтоматизованими механізованими способами, емпіричні оцінки та статичні нормативні вимоги. Незважаючи на те, що перелічені методи забезпечили основу для управління високоактивних РАВ, вони мають свої недоліки. Відсутність інноваційних методів і опора на людське судження створює прогалину в сучасному поводженні з РАВ [2].

Неавтоматизовані методи займають багато часу та можуть призвести до людських помилок. Ці недоліки створили потребу в більш досконалих технологічних рішеннях, особливо в умовах, коли методи машинного навчання продовжують розвиватися та розширюватися. Спираючись на досвід науковців дослідників з Індонезії, що проводили експерименти на заводі з переробки РАВ, було відстежено методи, які відіграють ключову роль у забезпеченні безпечного поводження, переробки та зберігання ВРАВ [3].

У зв'язку з тим, що сфера ядерної енергетики суворо регулюється, відповідно до чинного законодавства держави дане підприємство приймає, обробляє та сортує реабілітаційні ВРАВ. Сортування відбувається за їх активністю та типом радіонуклідів, а також надає можливість стосовно їх повторного використання. Цей набір даних став основою для дослідження, що надає реальну інформацію про довгострокове використання ВРАВ та їх моніторинг.

В оглянутому дослідженні [2] отримані дані використовуються для покращення моніторингу ВРАВ. В науковій роботі застосовано та оцінено п'ять різних методів для генерації синтетичних даних під час моніторингу РАВ: метод Монте-Карло, Гауссовський розподіл, аугментація даних, моделі копули, байєсовські мережі та варіаційні автокодувальники. Результати цього дослідження показали, що байєсовські дані мережі є найбільш ефективним методом підтримання статистичних збігів з реальними ВРАВ. Інтеграція цього високоточного синтетичного набору даних підвищує надійність моделі, забезпечуючи при цьому конфіденційність даних і відповідність заявленим вимогам.

Машинне навчання демонструє зростаючий потенціал для аналізу складних наборів даних, визначення закономірностей і розробки дієвих рішень. Ці моделі в поєднанні з різними методами вирішують проблеми незбалансованих наборів даних, які часто зустрічаються в категоризації високоактивних РАВ, пропонуючи точні та надійні прогнози [3].

Серед різних методів, розроблених для моделювання та оцінки стану високоактивних РАВ було застосовано алгоритми аналізу цілісності та прогнозування стану захоронених вітрифікованих РАВ. Такий підхід підвищує надійність моделі, забезпечуючи конфіденційність даних і відповідність кінцевій меті. Для моделювання міграції радіонуклідів застосовано рівняння Фіка:

$$J = -D \cdot \frac{\partial C}{\partial x},$$

де J – потік радіонуклідів через одиницю площини поверхні, ат/(м²×с);

D – коефіцієнт дифузії, м²/с;

$\partial C/\partial x$ – градієнт концентрації радіонукліда в скляній матриці.

Означене рівняння використовується для моделювання міграції радіонуклідів у приповерхневому шарі скла, що дає змогу досить точно оцінювати довготривалість стабільності бар'єрних властивостей матриці. Швидкість вилуговування оцінюється за формулою, яка застосовується в підсистемі контролю за цілісністю задля кількісного визначення швидкості деградації вітрифікованої форми:

$$P_i = \frac{A_i}{A_{0i} \cdot S \cdot t},$$

де P_i – швидкість вилуговування i -го радіонукліда г/(см²×добу);

A_i – активність, що переходить до стану рідини, Бк;

A_{0i} – початкова активність у зразку, Бк;

S – площа поверхні зразка, см²;

t – час, доба.

Задля проведення статистичного аналізу даних, отриманих при проведенні моніторингу було застосовано t -критерій Стьюдента:

$$t = |\mu_1 - \mu_2|/s \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}},$$

де μ_1, μ_2 – вибіркові середні, обрані для порівняння;

n_1, n_2 – об'єми вибірки;

s – об'єднане стандартне відхилення.

У такому вигляді наведена формула є основою для алгоритмів прийняття рішень. Завдяки їй виникає можливість автоматичної ідентифікації статистично значущих змін у необхідних контрольованих параметрів. Розрахунки прогнозування базуються на моделі розпаду суміші радіонуклідів:

$$A_{\Sigma}(t) = \Sigma A_{0i} \cdot e^{-\lambda_i t},$$

де $A_{\Sigma}(t)$ – сумарна активність суміші у момент часу t , Бк;

A_{0i} – початкова активність i -го радіонукліда, [Бк];

λ_i – стала розпаду i -го радіонукліда, с⁻¹.

Завдяки такому підходу до розрахунків забезпечується комплексний прогноз радіаційних характеристик, який необхідний для оптимізації частоти контрольних вимірювань.

Література

1. IAEA Annual Report for 2014. International Atomic Energy Agency : веб-сайт. <https://www.iaea.org/publications/reports/annual-report-2014>
2. Wang S.S., Liu J., Han W.S. Analysis on Research Hot Spots of New Energy Vehicle Technology Based on CiteSpace. Journal of environmental chemical engineering. 2024. Vol. 12. <https://www.scrip.org/reference/referencespapers?referenceid=3755937>
3. Pamungkas N.S., Putra Z. P., Pratama H.A., Yusuf M. Supervised machine learning-based categorization and prediction of uranium adsorption capacity on various process parameters. Journal of Hazardous Materials Advances. 2025. Vol. 17. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2024.100523>

ТОКСИКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ ЯК ПОСТІЙНА НЕБЕЗПЕКА ДЛЯ СТАНУ ЗДОРОВ'Я ЛЮДСТВА

Дюмін Е.С., ст. гр. 110-ЦБ-Д23, Бобров А.Д., ст. гр. 107-БОПЗТ-Д25, науковий керівник
Катковнікова Л.А., доцент, к.т.н., доцент
Український державний університет залізничного транспорту

Токсикологічна хімія вивчає методи виділення токсичних чи отруйних речовин з об'єктів біологічного походження: тварин, птахів, людей тощо. Оскільки поява токсикологічних факторів зумовлена техногенними та екологічними катастрофами, то вони постійно зростають і являють собою постійну небезпеку для стану здоров'я людства.

Токсикологічна хімія – наука, яка вивчає виділення, якісне та кількісне визначення отруйних речовин з біологічного матеріалу і деяких інших об'єктів. Основними об'єктами хіміко-токсикологічного аналізу на наявність отруйних речовин є органи та тканини трупів, біологічні рідини (кров, сеча), вода різних водоймищ, повітря, харчові продукти, лікарські речовини та інше [1]. Основним шляхами надходження отруйних речовин до організму людини є потрапляння їх через шкіру, легені та ротову порожнину.

Виводяться отруйні речовини з організму через нирки, легені, слину та кишечник. Для того, щоб вивести отруту з організму, проводять детоксикацію – процес знешкодження отруту та прискорення виділення їх з організму. Для видалення отрути зі шлунку його промивають, викликають блювання, потім застосовують проносні засоби. Якщо до отруєння призвели легколетючі речовини, то роблять гіпервентиляцію легень за допомогою апарату штучного дихання. Ще очистити організм від отрути можна методом гемодіалізу на апараті «штучна нирка». Кров можна очистити за допомогою гемосорбції, вживаючи різні сорбенти – речовини, які поглинають отруту. Також проводять обмінне переливання крові. На ранніх стадіях отруєння в організм можна ввести антидот – речовину, яка нейтралізує дію отрути. Ця речовина взаємодіє з отрутою та переводить її в нетоксичну речовину.

Наявність отруйних речовин в організмі людини встановлюється за допомогою хіміко-токсикологічного аналізу [2]. З його допомогою встановлюються причини отруєння, вивчаються шляхи метаболізму токсикантів, визначаються їх токсичні та летальні дози; встановлюються та контролюються гранично-допустимі концентрації токсичних речовин в повітрі; нормуються залишкові концентрації пестицидів та отруту в продуктах харчування; визначаються стани алкогольного та токсикоманічного сп'яніння. Основними об'єктами хіміко-токсикологічного аналізу є об'єкти біологічного походження та об'єкти не біологічного походження. Основними напрямками аналітичної токсикології є: судово-токсикологічний – проведення судово-медичної експертизи з метою встановлення причин летального отруєння хімічними речовинами; клініко-токсикологічний – аналітична діагностика гострих отруєнь хімічними речовинами; наркологічний – встановлення ступеня алкогольного сп'яніння, а також факту застосування наркотичних та психотропних речовин [3]. Під поняттям «екотоксикологічний» мають на увазі визначення отруйних речовин в довкіллі (воді, повітрі, ґрунті), робочих зонах виробництв, продуктах харчування та інших об'єктах.

Література

1. Токсикологічна хімія: навч.-метод. посіб. для студентів фармац. ф-ту заочної форми навчання /уклад. О.І. Панасенко [та ін.]-Запоріжжя: ЗДМУ, 2015. – 235 с.
2. Токсикологічна хімія. Отруйні речовини та їх біотрансформація. Вельчанська ОВ, Ніженковська І.В.: навч.посіб. – К.: ВД «АДЕФ – Україна, 2015. – 320с.
3. De Sousa I.P., Sousa Teixeira M.V., Cardoso Furtado N.A.J. An Overview of Biotransformation and Toxicity of Diterpenes. *Molecules*. 2018 Vol. 23 (6). <https://doi.org/10.3390/molecules23061387>

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТУПУ ТА СТАЛОГО УПРАВЛІННЯ ВОДОЮ ТА САНІТАРІЄЮ ДЛЯ ВСІХ В УКРАЇНІ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНОГО СТАНУ

Спірін В.Г., ст. гр. 110-ЦБ-Д23, Гонтар А.А., ст. гр. 110-ЦБ-Д23, Іваненко Д.О., ст. гр. 110-ЦБ-Д23, науковий керівник Григор'єва Є.С., старший викладач, к.т.н.
Український державний університет залізничного транспорту

У вересні 2015 року в рамках 70-ї сесії Генеральної Асамблеї ООН у Нью-Йорку відбувся Саміт ООН зі сталого розвитку та прийняття Порядку денного розвитку після 2015 року, на якому було затверджено нові орієнтири розвитку [1]. Підсумковим документом Саміту «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року» було затверджено 17 Цілей Сталого Розвитку та 169 завдань.

Україна, як і інші країни-члени ООН, приєдналася до глобального процесу забезпечення сталого розвитку. Для встановлення стратегічних рамок національного розвитку України на період до 2030 року на засадах принципу «Нікого не залишити осторонь» було започатковано інклюзивний процес адаптації Цілей сталого розвитку. Кожну глобальну ціль було розглянуто з урахуванням специфіки національного розвитку.

Протягом 2016-го року в Україні було проведено низку національних та регіональних консультацій. За результатами консультацій можна зробити висновок, що національні ЦСР слугуватимуть основою для інтеграції зусиль, спрямованих на забезпечення економічного зростання, соціальної справедливості та раціонального природокористування. Процес визначення завдань Цілей сталого розвитку та встановлення базового рівня для організації подальшого моніторингу започаткував національний дискурс щодо вимірювання суспільного прогресу у цілому та удосконалення системи національної статистики.

Навколишнє середовище, здоров'я та безпека — це міждисциплінарна галузь, яка займається захистом здоров'я людини та навколишнього середовища в різних умовах, включаючи робочі місця, громади та громадські місця. Вона об'єднує в собі багато ЦСР. Основними цілями безпеки та гігієни праці є виявлення та зменшення потенційних небезпек, запобігання нещасним випадкам і сприяння безпечному та здоровому середовищу для життя та праці.

Якщо досліджувати досвід інших держав в означених сферах, наприклад, Державні органи охорони навколишнього середовища, охорони здоров'я та безпеки, такі як Агентство з охорони навколишнього середовища (EPA) та Управління з охорони праці та гігієни праці (OSHA) у Сполучених Штатах, забезпечують дотримання норм охорони навколишнього середовища, охорони здоров'я та безпеки. Вони створені, щоб забезпечити дотримання стандартів, які сприяють колективному захисту навколишнього середовища, безпеці праці, здоров'ю та добробуту. Подібним чином міжнародні організації, такі як Міжнародна організація стандартизації (ISO), розробляють стандарти та сертифікують організації, які відповідають цим стандартам [2].

У деяких регіонах і контекстах EHS називають HSE (Health, Safety and Environment) серед багатьох інших подібних аббревіатур, таких як EHS, SHE, OHS, WHS, QHSE, HSSE тощо, але, швидше за все, вони стосуються однієї дисципліни. EHS включає до себе три взаємопов'язані дисципліни. Це охорона навколишнього середовища. Діяльність спрямована на захист навколишнього середовища від забруднення та деградації. Він включає моніторинг і контроль таких факторів, як якість повітря, якість води, забруднення ґрунту та управління відходами. Заходи з управління та збереження довкілля спрямовані на зменшення негативного впливу людської діяльності, викидів і небезпечних матеріалів на екосистеми, дику природу та природні ресурси.

Також до складу входить охорона праці. Безпека на робочому місці спрямована на захист здоров'я та добробуту працівників на робочому місці. Це передбачає виявлення та

мінімізацію потенційних небезпек, які можуть призвести до травм, захворювань або нещасних випадків. Заходи з охорони праці включають забезпечення відповідними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), навчання працівників програмам безпеки, проведення перевірок безпеки та впровадження процедур безпеки для створення робочого середовища, яке відповідає правилам безпеки. У 2021 році в США 5190 працівників отримали смертельні травми на виробництві, і заходи з охорони праці спрямовані на зменшення цієї кількості.

І третьою складовою такої системи є здоров'я і благополуччя. Цей компонент спрямований на сприяння загальному здоров'ю та добробуту зацікавлених сторін і громад. Це передбачає вирішення проблем громадського здоров'я, проведення оцінки ризиків для здоров'я, моніторинг спалахів захворювань і впровадження програм зміцнення здоров'я.

Відповідно до цілей сталого розвитку України можна за приклад взяти підходи до чистої води та відповідних санітарних умов, а також забезпечення доступу та сталого управління водою та санітарією для всіх. Екологічна безпека визначається рекомендаціями, політикою та практикою, що застосовуються для забезпечення безпеки навколишнього середовища від небезпек, для забезпечення безпеки та добробуту робітників і службовців, мешканців поблизу промислових об'єктів, а також для запобігання випадковій шкоді навколишньому середовищу. Прилеглі території включають промислові об'єкти, робочі зони та лабораторії. Екологічна безпека є критичним питанням для будь-якої промислової діяльності, оскільки недбалість і недотримання вимог збільшують ризик травм, захворювань і випадкових викидів у навколишнє середовище.

Наразі, в даний час близько 13 500 квадратних кілометрів води в Україні, включаючи велику річку Дніпро та узбережжя Чорного моря, «потенційно» забруднені мінами та вибухівкою. Про це йдеться у звіті Програми розвитку ООН [3]. На сьогодні водозамам ДСНС вдалося розчистити лише 190 квадратних кілометрів, або 1,4 % цієї площі. Водночас вдалось вилучити понад 2800 вибухонебезпечних предметів.

Україна сьогодні є найбільш забрудненою вибухонебезпечними предметами країною. За оцінками українського уряду, загалом 136 952 квадратних кілометри, або 23% території України, вважаються забрудненими мінами та боеприпасами, що не розірвалися.

Література

1. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року. Верховна Рада України : веб-сайт. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>
2. What is EHS? : веб-сайт. <https://www.ibm.com/think/topics/environmental-health-safety>
3. <https://www.ouest-france.fr/europe/ukraine/en-ukraine-des-milliers-de-kilometres-carres-detendues-deau-contaminees-par-des-mines-et-des-explosifs-fdb81d04-bfd0-11f0-a083-858f2b6e92c2>

СТІЙКІСТЬ І ФУНКЦІОНУВАННЯ БІОСИСТЕМ В УМОВАХ ЇХ ТОКСИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Пахомов Н.Р., ст. гр. 110-ЦБ-Д23, Сухоруков Ю.Г., ст. гр. 110-ЦБ-Д23, науковий керівник
Гармаш Б.К., доцент, к.т.н., доцент
Український державний університет залізничного транспорту

Екологічна токсикологія – це междисциплінарна галузь науки, що вивчає джерела надходження токсикантів у природні біосистеми, шкідливий вплив хімічних, біологічних та фізичних факторів на живі організми, а також стійкість і функціонування біосистем в умовах їх токсичного забруднення. Предметом екологічної токсикології є біологічні системи, схильні до токсичного забруднення. Метою екотоксикології є розробка теоретичних основ та концепції взаємодії природних екосистем і виробничої діяльності людини. Основними завдання екотоксикології [1]: системний моніторинг джерел надходження екотоксикантів в природне середовище; вивчення впливу токсикантів на живі організми; встановлення механізмів дії токсикантів; розробка методів оцінки та розрахунку екотоксичної дії; складання прогнозу впливу токсикантів, розрахунок ситуаційних наслідків застосування заходів ефективності протидії уражених об'єктів біосфери; розробка та застосування методів знешкодження екотоксикантів залежно від обставин та терміну з моменту виникнення екотоксикохімічного ураження.

Види-індикатори в екотоксикології — це організми (рослини, тварини, гриби), стан яких вказує на ступінь забруднення довкілля або наявність певних забруднювачів. Вони використовуються для оцінки стану довкілля, моніторингу змін та контролю якості води, повітря чи ґрунту. Наприклад, лишайники є індикаторами чистоти повітря, а деякі види риб реагують на наявність нафтопродуктів у воді. Чутливі індикатори швидко реагують на зміни в середовищі, навіть якщо вони незначні, наприклад, зміною поведінки чи фізіологічних процесів. Акумулятивні індикатори накопичують забруднювачі в своїх тканинах без видимих порушень доти, доки не досягнуть граничної межі стійкості. Використання видів-індикаторів є частиною методу біоіндикації, яка дозволяє оцінювати стан екосистем та моніторити екологічну ситуацію без складних хімічних аналізів.

Біоіндикатори можуть визначати певні особливості середовища: підвищену концентрацію іонів важких металів, пестицидів, цитотоксичних речовин, хімічних мутагенів, кислотність ґрунту або води, появу в складі повітря токсичних газів, зростання інтенсивності ультрафіолетового, іонізуючого чи полів електромагнітних випромінювань тощо. Системи моніторингу, побудовані на основі дослідження поведінки рослин і тварин, дають змогу оцінити біологічні ефекти від впливу забруднення повітря, їх просторовий розподіл, можливе нагромадження на значних територіях [2]. У деяких видів рослин і тварин змінюються особливості розвитку (швидкість росту, процес цвітіння, утворення плодів, інтенсивність забарвлення та ін.) у відповідь на різні подразнюючі фактори. Біоіндикація використовується в екологічних дослідженнях, як метод виявлення антропогенного навантаження на біоценоз. Метод біоіндикаторів заснований на дослідженні впливу екологічних факторів, що змінюються, на різні характеристики біологічних об'єктів і систем. У якості біоіндикаторів вибирають найбільш чутливі до досліджуваних факторів біологічні системи або організми. Наприклад, при оцінці екологічного стану поверхневих вод у якості біоіндикаторів використовують спостереження за поведінкою дафній, моллюсків, деяких риб. Низка рослин-індикаторів реагує на підвищені або знижені концентрації мікро- і макроелементів у ґрунті. Це явище використовується для попередньої оцінки ґрунтів, визначення можливих місць пошуку корисних копалин.

Література

1. What is ecotoxicology? : веб-сайт. <https://npic.orst.edu/factsheets/ecotox.html>

2. Vighi M., Villa S. Ecotoxicology: The Challenges for the 21st Century. Toxics. Vol. 2013. № 1 (1) P.p. 18–35. <https://doi.org/10.3390/toxics1010018>

ВИМІРИ ЧАСТКОВОГО РОЗРЯДУ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ІЗОЛЯЦІЇ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ОБЛАДНАННЯ

Філімоненко К.В., доцент, кандидат технічних наук

Східноукраїнський Національний Університет імені Володимира Даля

Метою цієї роботи є аналіз переваг додаткових вимірювань із застосуванням нетрадиційних методів вимірювання за допомогою високочастотних трансформаторів струму (НФСТ) та датчиків УВЧ.

Аналіз типів дефектів і режимів деградації в різних ізоляційних матеріалах. Аналіз типів дефектів та режимів деградації в різних ізоляційних матеріалах високовольтних електричних систем показав, що наявність часткових розрядів (ЧР) є дуже поширеною характеристикою в них усіх. Після виявлення активності частинного розряду, ідентифікації та розташування пов'язаного типу дефекту – є дуже важливим для оцінки того, чи є розряди шкідливими.

Онлайн-вимірювання ЧР стали поширеною практикою для оцінки стану ізоляції встановленого високовольтного обладнання. Цей тип випробувань проводиться під час нормальної роботи електричної системи.

Для комунальних підприємств найцікавішою перевагою онлайн-вимірювань ЧР є те, що після встановлення датчиків в електромережі, не переривається електропостачання для проведення вимірювань.

Ще однією перевагою онлайн-випробувань є те, що активність ЧР можна отримувати за різних умов навантаження в часових або постійних моніторингових застосуваннях, що є дуже корисним для ідентифікації певних типів дефектів та дозволяє аналізувати еволюцію дефектів з часом.

Серед різних доступних методів вимірювання частинних розривів (електричних, акустичних, оптичних та аналізу хімічних побічних продуктів), електричний метод є найбільш широко розповсюдженим завдяки своїй ефективності.

Незважаючи на корисність цього методу, наявність електричних шумових перешкод під час проведення онлайн-випробувань частинних розривів є недоліком через втрату чутливості, особливо коли в установці високої напруги присутні імпульси частинних розривів з низькою енергією. Ще один недолік онлайн-вимірювань частинних розривів з'являється, коли в електричній системі високої напруги, що тестується, присутне більше одного джерела імпульсних сигналів. У цих випадках для досягнення правильної оцінки стану ізоляції важливим є адекватний вибір нетрадиційної методики вимірювання з найбільш підходящими датчиками та впровадження ефективних інструментів обробки сигналів.

Проаналізовано переваги додаткових вимірювань із застосуванням нетрадиційних методів вимірювання за допомогою високочастотних трансформаторів струму (НФСТ) та датчиків УВЧ. Ці вимірювання, що виконані за допомогою специфічного вимірювального пристрою, інтегрованого з потужними інструментами обробки, дозволяють проводити кращу діагностику та, завдяки цьому, підвищувати надійність електричної системи.

У роботі проаналізовано технічні деталі та практичні реалізації датчиків УВЧ та УВЧ для їх застосування в додаткових вимірюваннях часток, а також наведено датчики, які використовуються в цьому дослідженні.

У роботі також описано перетворювач УВЧ-УВЧ, який призначено для вимірювання імпульсів, захоплених у діапазоні УВЧ за допомогою приладів, часток для отримання сигналів у діапазоні ВЧ.

Вимірювальний інструмент. Вимірювальний прилад призначений для виконання вимірювань ЧР в умовах он-лайн. Він оснащений платою для придбання 14 біт вертикальної роздільної здатності, пропускнуою здатністю 50 МГц і частотою дискретизації 100 МС/с. Інструменти обробки сигналів, описані нижче, були розроблені та інтегровані в етапи обробки та аналізу інструменту PD з метою підвищення здатності виконувати точну діагностику. Обладнання управляється комп'ютером, підключеним через волоконно-оптичний кабель або через бездротове з'єднання. Щоб бути вимірним цим вимірювальним приладом, імпульси, захоплені за допомогою UHF-датчиків, повинні бути перетворені в ВЧ-імпульси з частотним вмістом не більше 50 МГц. Це перетворення виконується за допомогою конвертера UHF-HF.

Інструменти обробки сигналів. Ефективність нових розробок та застосування інструментів обробки ДП збільшила використання вимірювань ЧР для цілей технічного обслуговування. Завдяки впровадженню певних інструментів обробки може бути досягнута точна оцінка стану ізоляції елементів ВН. Три інструменти обробки були використані у застосованому вимірювальному приладі: шумофільтрація, автоматичне визначення місцезнаходження ЧР та класифікація джерел ЧР.

Інструмент фільтрації шуму. Інструмент фільтрації на основі вейвлет-перетворення (WT) дає можливість розрізнити імпульсні сигнали від безперервного фонового шуму. Багато зусиль було зосереджено на знешумуванні та виявленні перехідних сигналів, що реалізують алгоритми вейвлетів. Розроблений інструмент фільтрації базується на використанні WT, разом із статистичним аналізом, який оцінює стандартне відхилення рівня фонового шуму для дискримінації існування активності ЧР. Застосовуючи реалізований вейвлет-фільтр, можна виявити імпульсно-подібні сигнали з амплітудами навіть нижче рівня фонового шуму.

Інструменти обробки сигналів. Ефективність нових розробок та застосування інструментів обробки ДП збільшила використання вимірювань ЧР для цілей технічного обслуговування. Завдяки впровадженню певних інструментів обробки може бути досягнута точна оцінка стану ізоляції елементів ВН. Три інструменти обробки були використані у застосованому вимірювальному приладі: шумофільтрація, автоматичне визначення місцезнаходження ЧР та класифікація джерел ЧР.

Інструмент фільтрації шуму. Інструмент фільтрації на основі вейвлет-перетворення (WT) дає можливість розрізнити імпульсні сигнали від безперервного фонового шуму. Багато зусиль було зосереджено на знешумуванні та виявленні перехідних сигналів, що реалізують алгоритми вейвлетів. Розроблений інструмент фільтрації базується на використанні WT, разом із статистичним аналізом, який оцінює стандартне відхилення рівня фонового шуму для дискримінації існування активності ЧР. Застосовуючи реалізований вейвлет-фільтр, можна виявити імпульсно-подібні сигнали з амплітудами навіть нижче рівня фонового шуму.

Висновок. Представлені методи вимірювання та аналізу, в поєднанні з різними датчиками та інструментами обробки, можуть бути використані для точної оцінки стану ізоляції активів мережі високої напруги за допомогою онлайн-вимірювань або в системах безперервного моніторингу.

Література

1. Вестер, Ф. Оцінка стану силових кабелів з використанням діагностики ЧР при щільних напругах змінного струму. Делфтський технологічний університет, Делфт, Нідерланди, 2024; С. 11–35.

2. Удод. Є. І., Горбей Р. М., Чернов В. Ф., Діагностування електроустановок 0,4–750 кВ засобами інфрачервоної техніки. К.: Україна: «КВІЦ», 2007. 370 с.

3. IEEE Std. 400.3. У посібнику IEEE з часткового випробування розряду екранованих кабельних систем у польовому середовищі ; IEEE: Нью-Йорк, Нью-Йорк, США, 2010.

ВИСОКОВОЛЬТНІ РОЗПОДІЛЬЧІ ПРИСТРОЇ, ТЕНДЕНЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ

Свиридов Б.О., студент гр. ЕЕ-24дм, Філімоненко К.В., к.т.н., доцент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метою цієї роботи є вивчення останніх тенденцій в дослідженнях та розробках розподільчих пристроїв високої напруги. Для надійності розподільчих пристроїв високої напруги представлено найважливіші методи оцінки стану, моніторингу та прогнозування.

Високовольтні (ВН) розподільні пристрої мають вирішальне значення для передачі та керування електроенергією в електричних мережах [1]. Вони включають високовольтні автоматичні вимикачі змінного струму (АВ) з резервуарним живленням (БП), резервуарним живленням (ГП) та елегазові розподільні пристрої (ЕП).

Дуга в автоматичних вимикачах, яка виникає під час комутаційних операцій, призводить до часткового розкладання газу, що необхідно враховувати при визначенні властивостей газової суміші після дуги, таких як електрична міцність. Склад газів та властивості газових сумішей під дією дуги розглядаються в різних оглядах, наприклад, [2].

Характеристики перемикачів альтернативних газових сумішей SF₆ досліджувалися в різних дослідженнях. Це було зроблено шляхом дослідження здатності до переривання лінії при короткому замиканні, так званої здатності до теплового переривання, а також електричного відновлення після дугового горіння.

Моніторинг вібрації може бути застосований до будь-якого механічного робочого механізму розподільчого пристрою високої напруги, виявляючи несправності в різних механічних компонентах. Крім того, цей метод не є інвазивним і дозволяє оцінювати стан розподільчого пристрою в режимі реального часу.

Складність, пов'язана з вібраційним сигналом, є основною проблемою його аналізу та інтерпретації, щоб можна було отримати надійний зв'язок між сигналом та конкретними режимами відмови. Для чіткого виявлення ознак у вібраційному сигналі, які можуть бути пов'язані з несправностями, необхідна роздільна здатність вимірювання в мілісекундному масштабі. Крім того, вібрація розподільчих пристроїв високої напруги є високолінійним та нестаціонарним сигналом, що може значно ускладнити вилучення ознак.

У літературі запропоновано різні методи вилучення корисної інформації з вібраційних сигналів вимикача. Найбільш широко застосовуваним методом є багато масштабне розкладання, яке включає емпіричне розкладання мод (EMD), емпіричне вейвлет-перетворення (EWT), вейвлет-пакетне перетворення (WPT), варіаційне розкладання мод (VMD) та інші. Згодом оброблений сигнал може бути перетворений на кілька власних функцій мод, які зазвичай вимагають значної обчислювальної потужності, яка зазвичай недоступна в локальних блоках обробки інтелектуальних датчиків.

Хмарне рішення може вирішити проблеми високої продуктивності обробки даних; однак можуть бути обмеження у застосуванні бездротових датчиків з живленням від батарей через високе споживання енергії батареї для передачі відносно великих обсягів даних. Нещодавно було запропоновано спрощений, але надійний метод вилучення ознак вібрації. Згідно з цією концепцією, глобальні або часткові характеристики сигналу та фізичні особливості безпосередньо витягуються з сигналу в часовій області, що значно зменшує потребу в обчислювальній потужності комп'ютера.

Окрім діагностики стану розподільчого пристрою, який дає уявлення про його робочий стан, також можна оцінити прогноз його залишкового терміну корисного використання (RUL). Це дозволяє належним чином довгостроково планувати експлуатацію та обслуговування розглянутих активів.

У літературі запропоновано різні прогностичні концепції з широкою сферою застосування. Ці концепції можна класифікувати як методи, засновані на фізиці, керовані даними та гібридні методи. Вибір методу тісно пов'язаний з доступною інформацією про оцінюваний актив та його робочі умови.

Висновок. У галузі розподільчих пристроїв змінного струму високої напруги успішне впровадження альтернатив елегазу (SF₆) як ізоляції та комутаційного середовища є важливою віхою. Для надійності розподільчих пристроїв високої напруги представлено найважливіші методи оцінки стану, моніторингу та прогнозування.

Література

1. Kuffel E., Zaengl W. S., Kuffel J. High Voltage Engineering: Fundamentals India: Typeset by Laser Words, Madras, 2000. 552 с.
2. Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel Climate Change. IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom; 2021.
3. Базюк Т. М., Блінов І. В., Буткевич О. Ф. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими. Ін – т електродинаміки НАН України. К.: ІЕД НАНУ, 2015. 399 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ ШЛЯХОМ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Філімоненко Н.М., к.т.н., доцент

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метою цієї роботи є аналіз подачі різних промислових навантажень від основної мережі живлення. Надійна система повинна постачати необхідну електроенергію з прийнятним значенням падіння напруги з мінімальними втратами електроенергії та найменшими витратами.

У промислових розподільчих системах щодня велика увага приділяється мінімізації втрат енергії в обладнанні системи через зростання витрат на обладнання та електроенергію.

Одним із таких підходів, що застосовуються в усьому світі, є використання реактивної потужності, яка постачається від основного джерела живлення до навантажень через обладнання системи. Одним із підходів до компенсації реактивної потужності є використання конденсаторних батарей, цей підхід є одним з ефективних та дешевших у цій галузі. У цьому дослідженні ми застосували цю концепцію мінімізації втрат енергії та використали її, використовуючи компенсацію конденсаторних батарей у промисловій розподільчій системі, що живить чотири навантаження з попередньо визначеними профілями.

Виявлено, наскільки вигідно використовувати компенсацію реактивної потужності для корекції коефіцієнта потужності F_p навантажень та мінімізації втрат енергії, що виникають у системі живлення через реактивну потужність навантаження (навантаження з низьким коефіцієнтом потужності).

Корекція коефіцієнта потужності F_p дозволяє отримати переваги також для визначення розміру кабелю. Фактично, як зазначалося раніше, збільшення F_p означає зменшення струму. Нижчі струми дозволяють вибирати провідники з меншою площею поперечного перерізу. Наприклад, якщо навантаження, що вимагає потужності P_n 170 кВт з $\cos \phi = 0,7$ при $V_n = 400$ В, то споживаний струм $I_{0,7}$ становить значення 350 А, і необхідно обрати

кабель з перерізом 120 мм², як це показано у таблиці 3 для мідного одножильного кабелю. При збільшенні F_p до 0,9 споживаний струм зменшиться до 272,6 А (вираз 1.6). Беручи це значення струму, площа поперечного перерізу становить 70 мм².

В табл. 1 наведено зменшення втрат потужності шляхом збільшення F_p , в табл. 2 показана перевага в зменшенні перерізу розміру кабелю при збільшенні F_p .

Таблиця 1 – Зменшення втрат потужності шляхом збільшення F_p

		cos φ_1						
		0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95
ΔP%	з cos φ_1 до 0,9	80.2	69.1	55.6	39.5	20.9	-	-
	з cos φ_1 до 0,95	82.3	72.3	60.1	45.7	29.1	10.2	-

Засоби корекції коефіцієнта потужності. Для визначення та усунення низького коефіцієнта потужності використовуються переносні (накладні) вимірювачі коефіцієнта потужності.

Коефіцієнт потужності може бути покращений за рахунок:

- зменшення реактивної енергії шляхом відключення навантажень з низьким коефіцієнтом потужності, наприклад, не навантажених двигунів і трансформаторів;
- використання зовнішніх компенсаційних конденсаторів для корекції умов низького коефіцієнта потужності;
- генерації реактивної потужності.

Методи корекції коефіцієнта потужності за допомогою конденсаторів. Місце встановлення конденсаторів. Для досягнення оптимальних результатів батареї шунтових конденсаторів необхідно розташовувати так, щоб вони забезпечували максимальне зниження втрат, підтримували належний профіль напруги та знаходилися якомога ближче до навантаження. Якщо цього неможливо досягти, можна застосовувати такі підходи:

Таблиця 2 – Зменшення втрат потужності шляхом збільшення F_p

S(mm ²)	струм кабелю	
	ІЗОЛЯЦІЯ XLPE/EPR	
	I ₀ (A)	
25	141	
35	176	
50	216	
70	279	
95	342	
120	400	
150	464	
185	533	
240	634	
300	736	
400	868	
500	998	
630	1151	

- для симетричних навантажень конденсатори встановлюють на відстані двох третин від підстанції;

- для симетричних розподілених навантажень, що зменшуються, конденсатори підключають на половині відстані від підстанції;

- якщо напруга зростає до максимального значення, конденсатор потрібно встановлювати безпосередньо біля навантаження.

Батареї конденсаторів підключають у місцях, де коефіцієнт потужності є мінімальним, шляхом вимірювання напруги, струму, кВт, кВАр та кВА на фідері для визначення умов максимального та мінімального навантаження. Досягнення коефіцієнта потужності 0,95 за допомогою одного фіксованого конденсатора недостатньо для корекції коефіцієнта потужності до

потрібного рівня.

Компенсація навантаження та аналіз втрат енергії. Тепер розрахуємо економію втрат енергії δW в частинах розподільчої системи; ми розрахуємо це наступним чином:

$$\delta W = ((\Delta \dot{W} - \Delta W_c) / \Delta W) * 100\% \quad (1)$$

У табл. 3 наведено економію втрат енергії в усіх частинах розподільчої системи та в системі.

Таблиця 3 – Порівняння втрат енергії в аналізованій системі живлення

Фідер	Втрати енергії до компенсації ΔW (кВт·год)	Втрати енергії після компенсації ΔW_c (кВт·год)	Втрати енергії збереження відсоток %
Фідер No1	382.418	195.178	48,962
Фідер No2	192.744	100.39	47,915
Кабель No3	73.404	48.964	33,295
Головний трансф.	231,204	138.632	40,039
Всього	1092.456	606.096	44,528

З результатів, що наведені у табл. 3, видно велику роль корекції коефіцієнта потужності та компенсації реактивної потужності навантажень у зменшенні втрат енергії в системі розподілу та економії коштів, які повинні компенсувати цю втрачену енергію в обладнанні системи розподілу при живленні навантажень з низьким коефіцієнтом потужності.

Висновок. У роботі було проведено дослідження впливу компенсації реактивної потужності на втрати потужності та енергії в системі. На основі розрахунку було обрано відповідний номінал конденсатора.

Література

1. Шестеренко В. Є., Ізволенський В. Є. Підвищення ефективності компенсації реактивної потужності в системах електропостачання Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2017. Т. 23, 2. С. 140-146. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2017_23_2_19.

2. Лежнюк П. Д., Нанака. О. М. Формування умов оптимальності компенсації реактивної потужності в електричних мережах споживачів і енергопостачальних компаній: монографія – Вінниця: ВНТУ, 2015. 148. с.3.

3. Електричні системи і мережі. URL: <https://forca.com.ua/knigi/navchannya/konspekt-lekcii-z-kursu-elektrichni-sistemi-i->

СИСТЕМА КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ У ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПРИСТРОЯХ

Бахасєв Ю.А., студент гр. ЕЕ-24дм, Філімоненко Н.М., к.т.н., доцент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метою цієї роботи є використання діагностики високовольтного обладнання на основі зображень для покращення життєвого циклу роботи та безпеки компонентів підстанції живлення.

Все електрообладнання з температурою вище 0 °С, що вивільняє теплове випромінювання, може підвищити внутрішню температуру високовольтного електрообладнання. Струм, що проходить через електричний компонент, викликає тепло в обладнанні підстанції, такому як трансформатори струму (ТС), трансформатори напруги (ТН), ізолятори, вимикачі, розрядники та роз'єднувачі. Людина не може бачити інфрачервоні візерунки теплового випромінювання, яке передається як тепла енергія в цільових опорах. Тепловий малюнок будь-яких компонентів зовні видно лише інфрачервоними зображеннями, в яких теплове випромінювання перетворюється на енергію видимого випромінювання, що представляє теплові візерунки будь-якого об'єкта. При збільшенні тепла підвищується опір всередині електричних компонентів. Таким чином, зі старінням

високовольтних компонентів, пристрої починають деградувати через різні фактори, наприклад, через зміну властивостей матеріалу, неочищені з'єднання, перевантаження струму, нестабільне навантаження напруги та корозію з часом [1].

Інфрачервона тепловізійна ІРТ отримує теплові характеристики високовольтних електричних пристроїв за допомогою сучасних інфрачервоних (ІЧ) камер. Інфрачервоне зображення зберігає температурний профіль і температурний діапазон електричних компонентів. Кольорові тони різних ваг описують окремі температурні діапазони в електричному обладнанні. За допомогою теплового профілю моделі інфрачервоного зображення можуть інтерпретуватися термографами, які поділяють ранг несправних компонентів за мірками серйозності обслуговування компонентів. За ступенем охоплення завдань діагностування бувають локальні (виконують одну діагностичну роботу, наприклад, локалізація місця дефекту) та загальні (виконують комплексну діагностичну роботу).

Зазвичай експлуатаційні характеристики компонентів високої напруги регулярно не контролюються. Регулярний моніторинг цих компонентів може відігравати важливу роль запобіганні несправності у початковій фазі та покращенні робочого життєвого циклу високовольтного обладнання. У багатьох випадках конкретний план моніторингу розроблений з використанням записів несправних пристроїв електричних мереж. Підхід ІЧ-візуалізації використовується в пристроях широкого спектру дії для моніторингу продуктивності високовольтних пристроїв на підстанціях живлення. Такий підхід до ІЧ-моніторингу надає вичерпну інформацію про умови експлуатації пристроїв високої напруги, що дозволяє покращити їх термін служби, усунути непотрібні кроки, запобігти потенційним поломкам та керувати витратами на технічне обслуговування компонентів високої напруги.

Було запропоновано кілька підходів для пошуку конкретної частини компонентів в інфрачервоних теплових зображеннях. Автори [2] пропонують техніку лише для ізоляторів, яка поєднує в собі особливості сегментації інфрачервоного та ультрафіолетового зображення на основі підходу Otsu та PPSO-BPNN. Наступне дослідження, використовує нейро-нечіткий метод розпізнавання дефектів у ретекуляторах, тоді як входи штучної нейронної мережі (ANN) є інфрачервоними зображеннями та специфічними ідентифікованими ознаками.

Інші автори [3] використовують техніку сегментації, побудовану кольором, для вилучення гарячих точок із теплових зображень. Вони використовують підхід сегментації кольорів, застосований до певної частини ІЧ-зображення та змодельований на шаблоні розподілу температури.

Високовольтні установки обладнання в електромережах, таких як ТС, трансформатори напруги, ізолятори, вимикачі, розрядники та роз'єднувачі, страждають серйозними збоями, коли внутрішня температура компонентів збільшується вище межевого піку. Основні аномалії збільшуються через незбалансовану напругу/струм, розриви електричних компонентів, контактні проблеми, коливання рівня напруги та інші подібні пов'язані проблеми. ІРТ може бути дуже корисним для аналізу загальної температури високовольтного обладнання.

Висновок. Для автономного та неруйнівного виявлення дефектів у високовольтному електрообладнанні показано застосування глибокого дослідження та машинного аналізу для виявлення несправностей на початкових стадіях відмови компонентів. Для цього використовуються інфрачервоні зображення, отримані професійною інфрачервоною тепловізійною камерою.

Література

1. Махотіло К. В., Лисенко Л. І., Булгаков О. В. Основи термографії. Харків : ФЛП Панов А.М., 2021. 106 с.

2. Zhao, Y., Ge, F., & Liu, T. (2018). Automatic recognition of holistic functional brain networks using iteratively optimized convolutional neural networks (IO-CNN) with weak label Initialization. *Medical Image Analysis*, 47, 111–126. URL: <https://doi.org/10.1016/j.media.2018.04.002>.

3. Rasti, P., Uiboupin, T., Escalera, S., & Anbarjafari, G. (2016). Convolutional Neural Network Super resolution for face recognition in surveillance monitoring. *Articulated Motion and Deformable Objects*, 175–184. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-41778-3_18

ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ

Семененко С.А., група АТП-22д, Науменко В.Є., Вівчар С.Ф., аспіранти кафедри КІСУ,
Карпюк Л.В., старший викладач

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Автоматизація виробничих процесів – основний напрямок, за яким нині просувається виробництво в усьому світі. Усе, що раніше виконувалося самою людиною, її функції, не тільки фізичні, а й інтелектуальні, поступово переходять до техніки, яка сама виконує технологічні цикли і здійснює контроль над ними. Завдяки автоматизації, технологія теплообміну зробила крок далеко вперед. Висока якість регулювання, забезпечення безпеки протікання реакцій, швидкість здійснення процесів і багато іншого дають змогу забезпечувати технічні засоби автоматизації.

Температура є показником термодинамічного стану системи і використовується як вихідна координата під час регулювання теплових процесів. Динамічні характеристики об'єктів у системах регулювання температури залежать від фізико-хімічних параметрів процесу і конструкції апарата. Тому загальні рекомендації щодо вибору АСР температури сформулювати неможливо, і потрібен аналіз кожного конкретного процесу. До загальних особливостей АСР температури можна віднести значну інерційність теплових процесів і промислових датчиків температури. Оскільки завдання стабілізації температури ставиться практично в будь-якому теплообмінному апараті, то одна з основних цілей під час проєктування АСР температури – зменшення інерційності датчиків.

Основними напрямками зменшення інерційності датчиків температури є:

1) підвищення коефіцієнтів тепловіддачі від середовища до чохла внаслідок правильного вибору місця встановлення датчика; водночас швидкість руху середовища має бути максимальною; за інших рівних умов краще встановлювати термометри в рідкій фазі (порівняно з газоподібною), у парі, що конденсується (порівняно з конденсатом), тощо;

2) зменшення теплового опору і теплової ємності захисного чохла внаслідок вибору його матеріалу і товщини;

3) зменшення постійної часу повітряного прошарку завдяки застосуванню наповнювачів (рідина, металева стружка); у термоелектричних перетворювачів (термопар) робочий спай припаюється до захисного чохла;

4) вибір типу первинного перетворювача; наприклад, під час вибору термометра опору, термопари або манометричного термометра необхідно враховувати, що найменшу інерційність має термопара в малоінерційному виконанні, найбільшу – манометричний термометр.

Найпростіша структурна схема регулювання температури представлена нижче (рис. 1).

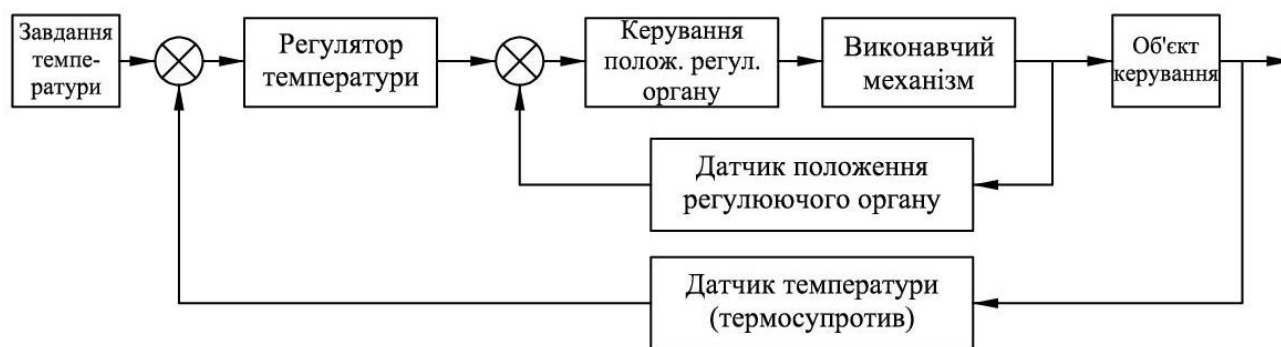


Рис. 1. Структурна схема регулювання температури

Передача теплової енергії є невід'ємною частиною більшості хіміко-технологічних процесів. Різноманітність теплових процесів зумовила появу різних промислових пристосувань для їхньої реалізації, і, отже, сучасні теплообмінні апарати як об'єкти автоматизації можна поділити на такі основні групи:

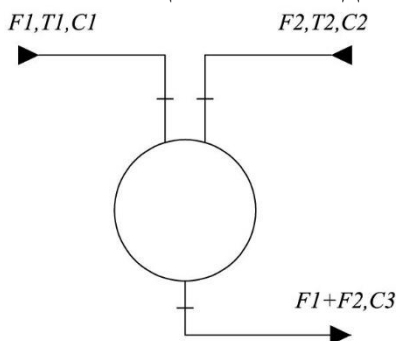


Рис. 2. Принципова схема теплообмінника змішування

- 1) теплообмінники змішування;
- 2) кожухотрубні теплообмінники з незмінним агрегатним станом речовин (теплообмінники типу «газ – газ», «рідина – рідина»);
- 3) кожухотрубні теплообмінники, в яких хоча б в одній речовині змінюється агрегатний стан (парогазові, парорідинні теплообмінники, випарники і конденсатори);
- 4) печі.

Розглянемо автоматизацію теплообмінників змішування. У таких апаратах для створення необхідного температурного режиму використовують передачу енергії в результаті змішування двох і більше речовин із різними тепломістами. Завданням автоматизації буде стабілізація вихідної температури суміші T_3 (рис. 2) шляхом зміни витрати теплоносія F_1 за умови, що основними збуреннями є витрата F_2 і температура сировини T_2 .

Теплоємності постійні, тепло-втрати неконтрольовані. Для довідки, збурення – це такий вплив, який прагне порушити взаємозв'язок між задавальною і регульованою величиною.

Завдання автоматизації змінюватиметься залежно від призначення апарата. У разі якщо теплообмінник призначено для нагрівання речовини до заданої температури, завданням регулювання є стабілізація температури технологічного потоку завдяки зміні подачі пари. У випарниках або конденсаторах, де відбуваються трохи інші процеси, завдання зводиться до підтримання матеріального балансу в технологічному потоці.

На рис. 3 показано принципову схему парорідинного теплообмінника.

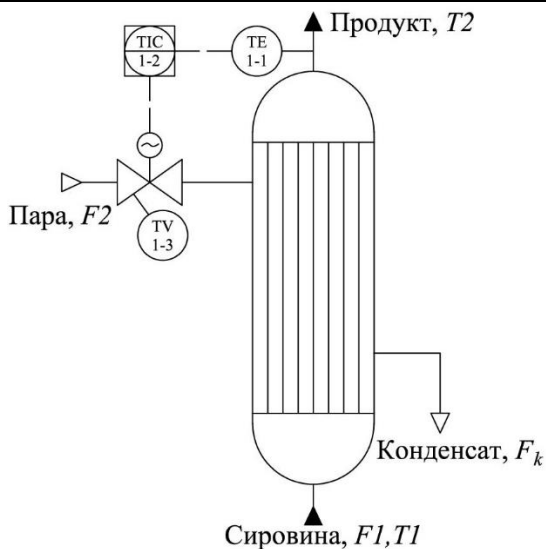


Рис. 3. Принципова схема автоматизації парорідинного теплообмінника

по всьому світу. Грамотне й ефективне розв'язання завдань автоматизації апаратів, що реалізують теплообмін, дає змогу убезпечити працівників, замінюючи ручну працю, при цьому здійснювати економію технічних ресурсів підприємства, а також підвищувати якість одержуваної сировини.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ МЕТОДАМИ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ В БРАУЗЕРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Крохмаль А.В., гр. ІСТ-24зм, Крохмаль В.І., гр. АСП-263-23, Захожай О.І., завідувач каф. інформаційних технологій та програмування, д.т.н., професор
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

В сучасних умовах стрімкого розвитку засобів візуалізації та мультимедійного контенту виникає потреба у створенні інструментів, здатних ефективно обробляти зображення. Розвинуті можливості такої обробки надають засоби штучного інтелекту. Однак, незважаючи на швидкий розвиток генеративного штучного інтелекту та великих мовних моделей, залишається актуальним дослідження застосування глибокого навчання до задач комп'ютерного зору, зокрема, в аспекті розробки прикладних інструментів для редагування та обробки растрових зображень.

Найбільш поширеними задачами інтелектуальної обробки зображень, що пов'язані із застосуванням глибоких штучних нейронних мереж (ШНМ), є суперроздільність, перенесення стилю, генеративне заповнення тощо. Розгортання подібних програмних засобів у форматі веб-додатку має низку переваг. По-перше, забезпечується універсальний доступ через стандартний веб-інтерфейс без необхідності інсталяції спеціалізованого програмного забезпечення. Веб-архітектура забезпечує кросплатформність та сумісність з різними пристроями, що робить такі інструменти більш доступними для широкого кола користувачів. По-друге, досягається масштабованість та централізоване оновлення функціоналу, що знижує витрати на розробку, розгортання та підтримку.

Сучасні апаратно-програмні засоби, зокрема технології прискорення обчислень у браузері (WebGL, WebGPU, WebAssembly), дозволяють виконувати виведення ШНМ безпосередньо на стороні клієнта. Такий підхід поєднує традиційні переваги локального програмного забезпечення з гнучкістю веб-додатків: дані залишаються на клієнтському пристрої, що гарантує конфіденційність і підвищує рівень безпеки. Додатково, виконання

Одноконтурна замкнута АСР температури за використання ПІ-регулятора гарантує регулювання без статичної помилки, однак через неврахування основних збурень F_1 , T_1 якість перехідного процесу може виявитися незадовільною.

Тому, варіант автоматизації, що містить у собі каскадну АСР регулювання за співвідношенням витрат пари F_2 і рідинної сировини F_1 з корекцією за вихідною температурою T_2 , доволі легко реалізують і дуже часто застосовують під час проведення теплообмінних процесів.

Нині системи автоматизованого управління активно використовують на виробництві, зокрема й для здійснення теплообмінних процесів. При цьому такі процеси займають до 40% від усіх технологічних процесів у хімічній промисловості

обчислень на стороні клієнта зменшує навантаження на серверні ресурси. Відсутність залежності від інтернет-з'єднання (при наявності необхідних ресурсів у кеші браузера) забезпечує автономність та безперервність роботи. Водночас зберігається універсальність доступу через браузер, що дозволяє ефективно організувати взаємодію з користувачем.

Таким чином, дослідження підходів до реалізації засобів обробки зображень, що використовують підхід виконання глибоких моделей у веб-середовищі, є актуальною науково-прикладною задачею.

Основною задачею дослідження є розробка інформаційної технології обробки зображень засобами глибокого навчання, що зробить можливим створення інтерактивного односторінкового веб-застосунку, у якому обчислення виконуються на клієнтській стороні.

Передбачається, що розроблений застосунок забезпечить користувачам можливість здійснювати наступні операції над растровими зображеннями:

- автоматичне видалення фону зображення з одночасним додаванням альфа-каналу, що забезпечує прозорість на місці видаленого фону;
- створення художнього портрета на основі вхідного зображення шляхом стилізації з використанням моделей глибокого навчання;
- автоматичне видалення людей з фотографій із можливістю адаптивного заповнення фону у місцях видалення.

Для реалізації зазначеного функціоналу було розроблено гібридні методи обробки зображень з використанням комбінації глибоких ШНМ та алгоритмів комп'ютерного зору. Причому, для кожної задачі застосовується специфічна послідовність операцій. Для усіх трьох реалізованих операцій, спочатку зображення нормалізується за статистичними параметрами кольорових каналів, масштабується до потрібного розміру та подається на вхід ШНМ. Подальші етапи різняться в залежності від операції. В режимі видалення фону ШНМ формує маску ймовірності належності пікселів до об'єктів переднього плану. Маска приводиться до вихідного масштабу, після чого використовується як альфа-канал для вхідного зображення. У режимі видалення людей сформована маска відображає ймовірності належності пікселя до зображення людини. Області зображення, що відповідають масці, вилучаються та реконструюються алгоритмом інпейнтингу [1], який заповнює їх з урахуванням контексту. У режимі створення художніх портретів ШНМ генерує монохромне зображення, що імітує графічний стиль. До вхідного зображення застосовується гаусівське розмиття для згладжування деталей і плавності тону та виконується зважене змішування зі стилізованим, що додає композиції м'якість і глибину.

Як основу для моделей ШНМ для всіх перетворень було обрано U2-Net [2] через її ефективну архітектуру, яка дозволяє мережі досягати високої роздільної здатності, без суттєвого збільшення обчислювальних витрат та обсягів пам'яті. Мережа має дворівневу вкладену U-структуру, де ключову роль відіграє модуль Residual U-block (RSU), здатний виділяти мультимасштабні ознаки без втрати деталізації. Для всіх режимів перетворення застосовувалася єдина архітектура, однак параметри різнилися для кожної операції перетворення зображення, відповідно до того, на яких даних була навчена кожна модель.

Ключовим етапом оптимізації моделей глибоких ШНМ є квантування, оскільки воно зменшує розрядність числових параметрів, що суттєво (в рази) скорочує обсяг пам'яті та розмір моделі. Завдяки цьому зменшується кількість даних, які потрібно передавати при завантаженні або оновленні моделі, що безпосередньо економить мережевий трафік і прискорює ініціалізацію моделі на клієнтському пристрої.

Для програмної реалізації зазначених методів обробки зображень було використано бібліотеку OpenCV.js, що використовує технологію WebAssembly, через її здатність забезпечувати продуктивність, наближену до нативного виконання. Дана бібліотека створює умови для ефективної реалізації прикладної логіки у браузері, зокрема поєднання

виведення ШНМ з класичними алгоритмами комп'ютерного зору, що дозволяє комплексно вирішувати задачі інтелектуальної обробки зображень.

Альтернативами є TensorFlow.js та ONNX Runtime Web. Перша забезпечує широку підтримку моделей ШНМ та інтегрується в екосистему однойменного фреймворку глибокого навчання. Друга дозволяє запускати моделі у форматі ONNX в режимі виведення безпосередньо в браузері та має високу продуктивність. Однак, обидві бібліотеки мають обмежену функціональність для традиційних операцій обробки зображень та алгоритмів комп'ютерного зору [3].

Таким чином, було спроектовано та розроблено односторінковий фронтенд-орієнтований веб-додаток, що реалізує інформаційну технологію обробки зображень методами глибокого навчання. Для забезпечення гнучкості та ефективності додатку в ньому було реалізовано такі методи та технології, як реактивний інтерфейс, інтерактивний HTML5-canvas, виконання обчислень за допомогою WebAssembly, динамічне завантаження параметрів моделей ШНМ, асинхронне виконання коду за допомогою Web Worker.

Література

1. Telea A. An image inpainting technique based on the fast marching method // Journal of Graphics Tools. – 2004. – Vol. 9, No. 1. – P. 23–34.
2. Qin X., Zhang Z., Huang C., Dehghan M., Zaiane O. R., Jagersand M. U2-Net: Going deeper with nested U-structure for salient object detection // Pattern Recognition. – 2020. – Vol. 106. – DOI: 10.1016/j.patcog.2020.107404.
3. Goh H.-A., Ho C.-K., Abas F.-S., та ін. Front-end deep learning web apps development and deployment: a review // Applied Intelligence. – 2023. – Vol. 53, No. 12. – DOI: 10.1007/s10489-022-04278-6.

COMPUTER GRAPHICS IN ENGINEERING GRAPHICS

Syrov E. V., group ATP-22d, Stetsik A. Z., postgraduate student of the KISU department,
Davidenko N.O., senior teacher, Karpiuk L.V., senior teacher
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

The development of computer-aided design tools and the gradual transition from paper documentation to electronic documentation necessitate modifications to the study of engineering and graphic design disciplines. In accordance with the training plans for bachelor's degrees in technical specialties, the study of computer technologies for creating design documentation begins in the first year of study as part of the engineering graphics course.

Among the disciplines that lay the foundation for engineering education, «Engineering Graphics» occupies a special place. It is impossible to imagine an engineer who does not know the basics of image construction.

Graphic training for students at technical universities has undergone tremendous changes over the past decade, and teaching technology has changed. The educational space has been filled with new high-tech tools, graphic software, and multimedia complexes.

At the same time, university lecturers note a noticeable decline in the level of preparedness of school graduates for further education. Among the reasons for this situation, it is worth highlighting the fact that schools place greater emphasis on subjects such as mathematics, physics, chemistry, and languages, the level of knowledge of which is monitored by centralized testing during the admission process. Subjects such as «Drawing» have been removed from the curriculum of most schools altogether.

In all curricula of technical and other specialties of higher educational institutions, engineering graphics is placed at an early stage of study, because it forms the basis of many disciplines necessary for a technical specialist.

As the main task of engineering graphics was traditionally to study methods of orthogonal projection onto two and three projection planes, the course focused on manual methods of performing drafting and graphic work. In today's environment, where design ideology is changing, three-dimensional modeling of technical objects and subsequent automated drawing construction are increasingly being used, and non-automated design methods are proving to be ineffective. Thus, university graduates must be able to work as users with graphic systems that allow them to create both drafting and design documentation and solve three-dimensional geometric modeling tasks.

This led to the emergence of a new component in graphic disciplines – computer graphics.

The modern development of information technology and the level of spread of information technology in higher education allow the teacher today to use the computer as an everyday teaching tool. The possibilities of using the computer with its peripherals in practical classes are enormous.

The essence of computer graphics lies in the creation of an integrated model based on geometric modeling. Its tasks include developing skills in working with specific graphic systems for geometric modeling; studying and practical mastery of methods for computer-aided drafting, methods for automated development of graphic design documentation, and automated drafting using graphic databases.

This approach to teaching computer graphics in an engineering graphics course exists. It involves introducing computer graphics as the final part of an engineering graphics course. With this approach, computer graphics is considered a separate section devoted to learning the technique of drawing using an «electronic drawing board» instead of a pencil and drawing board. At the same time, computer work should be structured in such a way that students do not simply learn a graphics package (AutoCAD, SolidWorks, PTC Creo Parametric, etc.), but continue to study engineering graphics, while using a different tool. The most effective way to organize the learning process is in parallel, optimally combining manual and computer-aided drafting.

Ultimately, the computer in computer-aided design should become as essential a tool for students as a pencil and ruler are in manual drafting. By learning the methods and rules for constructing images using a pencil in engineering graphics, students simultaneously acquire the basic techniques of computer graphics, namely: configuring the working environment, defining the drawing format, drawing primitives, editing drawings, object snap, working with blocks, layers, text, etc. At any stage of drawing creation, students can see a visual image of the product, which is quite important in the learning process.

Sets of tasks for creating drawings on a computer have been developed. The basic set consists of the following tasks.

1. Flat contour.
2. Combinations.
3. Construction of three types according to a volumetric model.
4. Construction of a third image based on two data points.
5. Sections.
6. Creation of a 3D model of a part.
7. Fastening connections: bolt, screw, and pin.
8. Key and spline connections.
9. Working drawings based on sketches of parts taken from life.
10. Assembly drawing of the product and specification.
11. Detailing.
12. Process diagrams – for students of chemical specialties; automation diagrams and electrical diagrams – for students of automation, computer-integrated technologies, and robotics; kinematic and functional diagrams – for students of mechanical specialties.

The first three tasks are performed in the same way as in manual drawing, line by line. Special features for creating projections by creating a three-dimensional model are not used at

the first stage. Subsequently, these same tasks are performed using these features. At the same time, it is always possible to check the correctness of the solution.

When completing tasks 3–5, students learn how to create drawings. They construct a third projection based on two projections and make the necessary cuts and intersections. This involves tasks related to transforming the shape of a part, the relative position of its elements, refining the design solution by modeling the internal or external contour, etc. When developing the task, we sought to optimize and algorithmize the process of drawing construction as much as possible, using the advantages of a computer, such as ease of image movement, scaling and copying, and extensive use of auxiliary constructions.

Students are particularly interested in solving problems involving shape modeling, reading drawings with subsequent detailing, designing missing parts, etc. The drawings created by students are subsequently used as assignments for other students. As practice shows, even weak students work with greater interest in computer graphics classes. However, it is impossible to ignore the level of preparation. All tasks are individualized in terms of complexity, scope, and nature. For example, some students only perform tasks involving combinations, while others build three-dimensional models of parts containing combinations.

It is clear that at present it is impossible to completely eliminate «manual» drawing. Therefore, it is necessary to combine both types of training. In addition, every engineer must be proficient in the use of drawing instruments and be able to draw by hand.

Thus, teaching computer graphics in an engineering graphics course should be viewed not as a separate section devoted to acquiring skills in electronic drafting, but as teaching engineering graphics by other means. As far as possible, each section of the course should be accompanied by the use of computer-aided design systems, explaining how to perform a particular task using graphics packages.

The comprehensive training program expands teachers' opportunities to present material, increases students' interest in graphic disciplines, and therefore allows them to achieve better results in their learning.

ВІД СВЯТКОВОГО АТРИБУТУ ДО ХІМІЧНОГО РЕСУРСУ: ПОТЕНЦІАЛ ЯЛИНКОВОЇ ДЕРЕВИНИ

Каленик В.В., аспірант кафедри ХІЕ, Патрій Р.С., аспірант кафедри ХІЕ,
Любимова-Зінченко О.В., доцент кафедри ХІЕ, к.т.н., доцент,
Корчуганова О.М., доцент кафедри ОЗ, к.т.н., доцент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Щорічно люди купують та прикрашають тисячі різдвяних ялинок. Але після свят вони стають просто сміттям, утворення такого сміття в цілому світі складає близько 720000 т/рік. Багато міст організують спеціальні пункти прийому, де дерева подрібнюють та відправляють на переробку. Переробка може вестися за такими напрямками:

- використання в якості мульчі в садівництві;
- спалювання (в якості паливного матеріалу);
- в процесі виготовлення твердопаливних пелет;
- у складі компосту.

Отже, окремі компоненти ялинок не використовуються, хоча вони могли б слугувати сировиною для цілого ряду продуктів хімічної та фармацевтичної промисловості. Типовий склад біомаси ялини європейської (% мас): лігніну: 23,69-26,06; геміцелюлози: 17,2; целюлози: 39,01-42,51¹.

Першим кроком в напрямку хімічної переробки лігноцелюлозної біомаси є відокремлення геміцелюлози й отримання гідролізату. Усереднений склад геміцелюлози деревини ялини в перерахунку на окремі моносахариди надано в таблиці 1.

Таблиця 1. Структурні моносахариди ялинової деревини²

Ксилоза	Арабіноза	Маноза	Галактоза	Рамноза	Уронові кислоти	Ацетильні групи
5,3-10,2	1,0-1,2	9,4-15,0	1,9-4,3	0,3	1,8-5,8	1,2-2,4

Як бачимо, у складі геміцелюлози є пентози та гексози. Джерелом глюкози може стати целюлоза в ході гідролізу.

Існує безліч пропозицій щодо хімічних або фізичних методів гідролізу лігноцелюлозної біомаси, що дозволяють гідролізувати геміцелюлозу та частково целюлозу з отриманням розчину цукрів для подальшої переробки. В результаті аналізу типової європейської ялинки, яку можна придбати в передріздвяні дні в супермаркетах було отримано наступні дані (табл. 2).

Таблиця 2. Хімічний склад деревини різдвяних ялинок

Глюкоза	Ксилоза	Арабіноза	Уронові кислоти	Кислотно-розчинний лігнін	Кислотно-нерозчинний лігнін	Зола
23,6	4,83	-	-	7,49	28,58	1,42

Враховуючи хімічний склад, то можливо отримання продуктів на основі глюкози й ксилози. Найпоширенішими напівпродуктами для синтезу активних фармацевтичних інгредієнтів є фуранові сполуки, які можна отримати з цих цукрів, а саме фурфурол та гідроксиметілфурфурол.

Література

1. Čabalová I, Bélik M, Kučerová V, Jurczyková T. Chemical and Morphological Composition of Norway Spruce Wood (*Picea abies*, L.) in the Dependence of Its Storage. *Polymers*. 2021;13(10):1619. doi:10.3390/polym13101619
2. Gírio FM, Fonseca C, Carvalheiro F, Duarte LC, Marques S, Bogel-Lukasik R. Hemicelluloses for fuel ethanol: A review. *Bioresource Technology*. 2010;101(13):4775-4800. doi:10.1016/j.biortech.2010.01.088

ПЕРЕРОБКА НЕХАРЧОВИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗАЛИШКІВ

Патрій Р.С. аспірант кафедри ХІЕ, Каленик В.В. аспірант кафедри ХІЕ,
Корчуганова О.М. доцент кафедри ОЗ, к.т.н., доцент,
Любимова-Зінченко О.В. доцент кафедри ХІЕ, к.т.н., доцент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Термін «лігноцелюлозна біомаса» відноситься до рослинних залишків, що утворюються в сільському господарстві, харчовій та лісопереробній промисловості. Біомаса поділяється на такі види: лісові рештки (листяні та хвойні породи), сільськогосподарські залишки (продовольчі та непродовольчі культури), трав'янисті рослини (трави та бур'яни) та відходи (промислові/комунальні або харчові).

Одним з найбільших непродовольчих сільськогосподарських залишків є рисове лушпиння, щорічно його утворюється 150-160 млн т. Рисове лушпиння, яке покриває насіння, відділяється від зерен в процесі помелу. Рисове лушпиння містить геміцелюлозу та кремнезем, вміст останнього становить близько 20% (мас.%), залежно від клімату та місця

зростання рису. Високий вміст мінерального компонента є відмінною рисою даного виду лігноцелюлозної біомаси.

Існуючі способи переробки рисового лушпиння націлені на використання як окремих складових біомаси, так і використання її без попередньої обробки:

- вироблення активного вуглецю і кремнезему;
- використання в якості кормів для тварин (обмежено);
- внесення до ґрунтів з метою покращення їх стану;
- для виготовлення компосту.

Як це часто буває з відходами, пропозиція перероблених продуктів перевищує попит. Отже, жоден єдиний метод утилізації не може повністю вирішити екологічні проблеми, пов'язані з утворенням такої великої кількості відходів. Застосування попередньої обробки, пов'язаної з вилученням та подальшим використанням геміцелюлозного компоненту рисового лушпиння може призвести до більш повного використання цього виду багатотоннажних відходів. Складові геміцелюлози є джерелом моносахаридів, основні з яких глюкоза та ксилоза, які є сировиною для біопалива та багатьох проміжних продуктів фармацевтичної галузі.

Для переробки пропонується використовувати три методи, що дозволяють витягти геміцелюлозу з біомаси:

1. Лужне вилуговування, яке передбачає відділення геміцелюлози за допомогою розчину гідроксиду калію. Процес проводиться при температурі 95°C протягом 2 годин при інтенсивному перемішуванні.

2. Делігніфікація пероксилимонною кислотою. Температура повинна бути 70-80 °C, тривалість 3 години при постійному помішуванні.

3. Делігніфікація етиловим спиртом (50%) з додаванням сірчаної кислоти (1%). Процес проводиться при температурі 180 °C протягом 1 години.

Глюкоза, що міститься в цих залишках, досить легко вимивається лугом, утворюючи розчин з концентрацією 10 г/л.

Рішення можуть бути використані для отримання продуктів з високою доданою вартістю, таких як НМФ або біоетанол. Попередня екстракція цукрів не тільки принесе додатковий прибуток, але й зменшить кількість матеріалу для подальшої переробки на біовугілля або кремнезем.

Література

1. Kumar B, Bhardwaj N, Agrawal K, Chaturvedi V, Verma P. Current perspective on pretreatment technologies using lignocellulosic biomass: An emerging biorefinery concept. *Fuel Processing Technology*. 2020;199:106244. doi:10.1016/j.fuproc.2019.106244

2. Oberoi HS, Vadlani PV, Madl RL, Saida L, Abeykoon JP. Ethanol Production from Orange Peels: Two-Stage Hydrolysis and F

ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ З ВУГЛЕВОДНЕВИХ ГАЗІВ У РОЗПЛАВАХ

Герасименко В.М. асп. кафедри ХІЕ, Зубцов Є.І., к.т.н., доцент, доцент кафедри ХІЕ

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

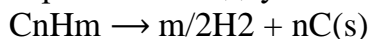
Водень є ключовим енергоресурсом майбутнього, особливо в контексті розвитку водневої енергетики та декарбонізації промисловості. Одним із перспективних напрямів є розклад вуглеводневих газів у розплавах солей, що дозволяє отримувати водень без викидів CO₂ або з їх значним зниженням, на відміну від традиційного парового риформінгу.

Розплави солей або металів виконують роль теплоносія, каталізатора і середовища для швидкого видалення вуглецю, що зменшує вторинні реакції та підвищує вихід водню.

2. Теоретичні основи процесу

2.1. Механізм розкладання вуглеводнів

У розплавах відбувається реакція типу:



Основні механізми:

- гетерогенний катализ на поверхні розплаву;
- гомогенний радикальний розпад у високоіонному середовищі;
- електролітичне розкладання при пропусканні струму (у випадку електроплавного процесу).

2.2. Термодинамічні умови

Розклад вуглеводнів є ендотермічним і потребує температури 700–1000 °С. У розплавах солей тепло передається рівномірно, що забезпечує стабільність процесу та запобігає утворенню коксу на стінках реакторів.

3. Типи розплавів, що застосовуються

3.1. Розплави лужних і лужноземельних солей

Найчастіше використовують:

- NaCl–KCl,
- LiCl–KCl,
- CaCl₂.

Переваги:

- висока хімічна інертність;
- добрі теплофізичні властивості;
- можливість роботи у замкнених циклах.

3.2. Розплавлені метали (Ni, Fe, Sn)

Металеві розплави можуть виступати катализаторами, що пришвидшують розклад метану:



Металевий розплав ефективно відводить твердий вуглець у вигляді нанотрубок або графіту.

3.3. Електролітичні розплави

У процесах електролізу вуглеводні вводяться в катодну область, де розкладаються з утворенням:

- водню на катоді,
- твердого вуглецю в розплаві,
- можливих CO/CO₂ як побічних продуктів залежно від складу електроліту.

4. Технологічні варіанти процесу

4.1. Піролітичний розклад у розплавах

Метан або інші вуглеводні пропускають через шар розплаву при 700–900 °С.

Переваги:

- мінімум CO₂;
- можливість утилізації твердого вуглецю;
- високий вихід H₂ (до 95%).

4.2. Каталітичний розклад у розплавлених металах

Каталітичний ефект прискорює реакцію та зменшує енергоспоживання. Наприклад, Ni та Fe значно знижують активаційний бар'єр реакції.

4.3. Електроплавковий процес

Полягає у пропусканні електричного струму через розплав, що сприяє:

- підвищенню швидкості дисоціації,
- можливості роботи при нижчих температурах (~600 °С).

5. Властивості та шляхи утилізації твердого вуглецю

Отриманий вуглець може мати високу додану вартість:

- технічний вуглець,
- графіт,
- вуглецеві нанотрубки,
- нанографен.

Це покращує економіку процесу та зменшує загальну собівартість водню.

6. Екологічні та енергетичні аспекти

Основна перевага — відсутність прямого утворення CO₂, що робить технологію цікавою як «бірюзовий водень» (Hydrogen Turquoise Pathway).

Джерела енергії можуть бути:

- електроенергія з ВДЕ,
- концентроване сонячне тепло,
- теплота промислових відходів.

7. Перспективи розвитку технології

- покращення складу розплавів для зниження температур плавлення;
- використання багатокомпонентних хлоридних та карбонатних систем;
- автоматизація процесу осадження вуглецю;
- масштабування для роботи з природним газом та біометаном.
- оптимізація конструкції реактора: бульбашкові системи, індукційний нагрів,

системи видалення вуглецю

- техніко-економічний аналіз масштабування технології — від лабораторії до промислових установок.

Висновки

Методи отримання водню з вуглеводневих газів у розплавах є перспективним напрямом низьковуглецевої технології. Вони поєднують високу продуктивність, можливість утилізації вуглецевих побічних продуктів та зниження екологічного впливу.

Подальший розвиток досліджень у галузі термодинаміки розплавів, каталітичних систем та конструкції реакторів дозволить зробити такі технології економічно конкурентними на промисловому рівні.

Література

1. I. V. Kudinov, Yu. V. Velikanova, M.V. Nenashev, T.F. Amirov, A.A. Pimenov. Methane Pyrolysis in Molten Media for Hydrogen Production: A Review of Current Advances. *Petroleum Chemistry*, 63(5), 627–639 (2023).

2. David Scheiblehner, Helmut Antrekowitsch, David Neuschitzer, Stefan Wibner, Andreas Sprung. Hydrogen Production by Methane Pyrolysis in Molten Cu-Ni-Sn Alloys. *Chemical Engineering Technology*, (2021 / 2022).

3. S. R. Patlolla, Kyle Katsu. A review of methane pyrolysis technologies for hydrogen production. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 181 (2023)

4. AL Moghaddam. Methane pyrolysis for H₂ production. *Energy & Environmental (RSC)*, 2025.

5. Yuefan Ji, Clarke Palmer, Emily E. Foley, Raynald Giovine, Eric Yoshida, Eric McFarland, Raphaële J. Clément. Valorizing the carbon byproduct of methane pyrolysis in batteries. *arXiv* (2022).

6. Ulrich Pototschnig, Martin Matas, David Scheiblehner. A Predictive Model for Catalytic Methane Pyrolysis. *arXiv* (2024).

ЕКОІНЖИНІРИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗМЕНШЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ У ГІРНИЧІЙ ГАЛУЗІ

Ткачук В.С., здобувач вищої освіти гр. ГР-24д, Захарова О.І., к.х.н., доцент, доцент кафедри хімічної інженерії та екології

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Гірнича галузь є одним із ключових секторів економіки, але водночас – джерелом потужного техногенного впливу на довкілля. Відвали, деградація земель, забруднення води та атмосфери, руйнування природних ландшафтів – усе це наслідки традиційних підходів до видобутку й рекультивації. У зв'язку з цим особливою актуальністю набуває екоінжиніринг – комплексна науково-практична концепція, спрямована на інтеграцію екологічних принципів у процеси планування, експлуатації та відновлення гірничих територій.

Екоінжиніринг спирається на ідею гармонізації технічних рішень із природними процесами. Його метою є створення стійких екосистем, які здатні до саморегуляції та мінімального зовнішнього втручання. Екоінжиніринг стає ключовим інструментом у мінімізації техногенного навантаження та відновленні природного балансу в гірничих регіонах.

Діяльність гірничих підприємств супроводжується вилученням значних територій, трансформацією геологічного середовища та формуванням великих техногенних об'єктів. Видобування та збагачення корисних копалин зумовлює утворення значних обсягів шламів, хвостів і техногенних водойм, що призводить до деградації земель і забруднення ґрунтів, атмосфери та водних ресурсів.

Зменшення техногенного навантаження потребує комплексного поєднання інженерних технологій на етапі експлуатації та біологічних підходів до відновлення порушених територій. Аналіз наукових джерел [1-3] дає змогу виокремити найбільш ефективні напрями екоінжинірингу.

За даними Т. Альохіної [1], залізорудні підприємства Кривбасу спричиняють формування масштабних техногенних водойм – хвостосховищ і шламосховищ, що займають значні площі та містять високомінералізовані води (до 16 г/дм³) з підвищеним вмістом хлоридів, сульфатів і важких металів. Хоча такі об'єкти створюють гідрохімічні ризики, на них поступово формуються нові біоценози, що свідчить про можливість подальшої рекультивації за екоінжиніринговими підходами.

Як зазначає О. Бубнова [2], в Україні накопичено понад 12,4 млрд тон гірничих відходів, що становить суттєву екологічну небезпеку через тривале зберігання без переробки. Екоінжинірингові технології – зокрема розділення, зневоднення та повторне використання шламів – дозволяють значно скоротити площі шламосховищ. Використання ударно-вібраційного грохочення забезпечує зниження вологості шламів до 8-10% і повернення до 80% корисної фракції, що сприяє зменшенню техногенного навантаження й покращенню стану поверхневих і підземних водних ресурсів.

Одним із яскравих прикладів практичного втілення екоінжинірингу є використання геоморфного проектування у рекультивації шахтних земель, розробленого у межах програми Wyoming Abandoned Mine Lands (AML) [3]. У дослідженні Hutson, H., & Thoman, R. [3] показано, як застосування програмного комплексу Natural Regrade™ із модулем GeoFluv™ дозволило відновити понад 320 акрів порушених гірничих ландшафтів у вугільному районі Лайонкол (штат Вайомінг, США). Сутність цього підходу полягає у створенні природоподібних форм рельєфу, що імітують довгі еволюційно стабільні ландшафти – з вигнутими схилами, мандруючими каналами та багаторівневою дренажною системою. Така методика дала змогу мінімізувати ерозійні процеси, підвищити естетичну цінність територій і скоротити витрати на довготривале обслуговування. На відміну від

традиційних методів, геоморфні моделі забезпечують природний дренаж, стабільність схилів і розвиток рослинності, формуючи збалансовані екосистеми.

В українських умовах, особливо на територіях вугільних і рудних підприємств, що вичерпують свої ресурси, впровадження екоінжинірингу є стратегічно важливим. Застосування геоморфних моделей, біотехнічних методів, біоінженерних споруд та систем очищення вод сприяє зниженню екологічних ризиків і створює потенціал для формування рекреаційних або природоохоронних територій на місці відпрацьованих кар'єрів.

Важливою складовою є впровадження замкнених систем водопостачання. Як засвідчують спостереження Альохіної Т. [1], підприємства Кривбасу активно застосовують рециркуляційні схеми, що суттєво зменшує скиди забруднених стічних вод і стабілізує гідрохімічний режим. Сучасні методи згущення хвостів додатково мінімізують ризики аварійних скидів і полегшують подальшу рекультивацию.

В умовах переходу України до сталого розвитку та інтеграції в європейський екологічний простір екоінжиніринг набуває ключового значення. Він забезпечує екологічну безпеку, підвищує ресурсну ефективність і сприяє формуванню природостійких ландшафтів.

Таким чином, екоінжиніринг є універсальною концепцією, що поєднує інженерні та природні механізми з метою зменшення техногенного навантаження та відновлення порушених територій. Він дозволяє:

- ✓ мінімізувати негативний вплив гірничих підприємств;
- ✓ зменшити обсяги та площі накопичення відходів;
- ✓ покращити якість водних ресурсів шляхом впровадження замкнених систем;
- ✓ розширити ресурсну базу за рахунок повторної переробки відходів;
- ✓ забезпечити формування стійких екосистем, які не потребують значного технічного втручання.

Отже, екоінжиніринг розглядається як цілісна концепція управління довкіллям, що дозволяє зменшити техногенний вплив, оптимізувати використання ресурсів і створити передумови для довготривалої екологічної стабільності промислових територій.

Список використаних джерел:

1. Alohina T.M. (2025). Ecology of the technogenic reservoirs in mining regions. *Technical sciences and technologies*, (4), 143-151. DOI: <https://doi.org/10.58246/fe7q1k24>
2. Bubnova O., Shevchenko O. (2019). Reduction of technogenic load from sludge collectors due to separation and dehydration of the stored material. *E3S Web of Conferences*, 109, 00010. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910900010>
3. Hutson, H. J., & Thoman, R. W. (2017). ADVANCEMENTS IN GEOMORPHIC MINE RECLAMATION DESIGN APPROACH... *Journal of the American Society of Mining and Reclamation*, 6(2), 51-69. DOI: <http://doi.org/10.21000/JASMR17020051>

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ШІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Галабурда О.Д., ст. гр. ЕЛ-23д, Самойлова Ж.Г., к.т.н., доцент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Вступ. Прогнозування нелінійних часових рядів є критичним завданням у сучасних інформаційних системах. Нездатність традиційних лінійних методів ефективно моделювати хаотичні паттерни вимагає застосування просунутих регресійних моделей ШІ. Це дослідження фокусується на порівнянні RBF-мереж, SVR та MLP.

Метою роботи є систематичний емпіричний аналіз алгоритмів RBF-мереж, SVR та MLP для визначення найбільш ефективного рішення, яке поєднує високу точність із низькими обчислювальними витратами.

Методологія. Методологія порівняльного аналізу ґрунтується на підготовці даних шляхом перетворення часового ряду на набір даних для керованого навчання за допомогою техніки ковзного вікна, що дозволяє моделям використовувати історичний контекст для передбачення наступного значення.

1. RBF-мережа: Використовується функція Гаусса активації. Застосовується гібридний механізм навчання: центри RBF-мережі визначаються швидким неітераційним методом k-means кластеризації, а вагові коефіцієнти вихідного шару розраховуються лінійним розв'язком (наприклад, псевдооберненою матрицею). Це дає RBF значну перевагу у швидкості.

2. SVR та MLP: Використовуються як контрольні моделі. SVR застосовується з радіальним ядром, а MLP навчається ітераційним методом градієнтного спуску (оптимізатор Adam).

Експериментальна частина передбачає тестування всіх алгоритмів на спільному наборі нелінійних даних. Оцінка продуктивності проводиться на відкладеній тестовій вибірці за середньоквадратичною помилкою (RMSE) та коефіцієнтом детермінації (R^2).

Висновки. Можна було очікувати, що RBF-мережа продемонструє найвищу швидкість конвергенції порівняно з ітераційними алгоритмами (MLP та SVR), оскільки її навчання є квазілінійним. При цьому RBF повинна була зберегти конкурентну точність. Таким чином, можна зробити висновок про те, що RBF-алгоритм є обґрунтованим і вигідним вибором у категорії регресійних моделей ШІ для завдань, де критичними є як точність, так і швидкість ітерації моделі.

Література

1. Zhang, X. et al. (2024). "An improved radial basis function neural network for prediction of chaotic time series." *Frontiers in Earth Science*.
2. Jia, Y. et al. (2025). "A quadratic v-support vector regression approach for load forecasting." *Complex & Intelligent Systems* (accepted 2024, published 2025).
3. Przybyła-Kasperek, M., Marfo, K.F., Sulikowski, P. (2024). "Multi-Layer Perceptron and Radial Basis Function Networks in Predictive Modeling." *Applied Sciences*, 14(20), 9226.

ВПЛИВ ПАРАМЕТРА SPREAD НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ GRNN НА АПРОКСИМАЦІЮ ЗАЛЕЖНОСТІ ТЕМПЕРАТУРИ РЕАКЦІЙНОЇ СУМІШІ ВІД ВИТРАТИ МЕТАНОЛА В РЕАКТОРІ СИНТЕЗУ ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ В ПЕРІОД ПУСКУ

Татарчук Р.Є., ст. гр. ЕЛ-22д, Самойлова Ж.Г., к.т.н., доцент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Оцтову кислоту використовують у харчовій промисловості (консервування, приправи), хімічній (виробництво пластмас, розчинників) і фармацевтичній (ліки, дезінфікуючі засоби) галузях. У побуті вона застосовується для очищення від накипу, видалення плям і як дезінфікуючий засіб. Оцтова кислота може бути вироблена промисловими методами, такими як карбонілювання метанолу в присутності каталізатора, окислення ацетальдегіду в рідкій фазі киснем повітря, окислення вуглеводнів і, зокрема, н-бутану в рідкій фазі, і біохімічними способами, наприклад, шляхом оцтовокислого бродіння етанолу. Найвідоміший біохімічний спосіб — це окислення етилового спирту (етанолу) до оцтової кислоти бактеріями роду *Acetobacter* у присутності кисню.

Нейронні мережі GRNN (Generalized Regression Neural Network) використовують для вирішення задач узагальненої регресії, аналізу часових рядів і апроксимації функцій. Характерною особливістю цих мереж є дуже висока швидкість їх навчання.

В даній роботі було досліджено залежність від параметра SPREAD апроксимації температури реакційної суміші від витрати метанолу в реакторі синтезу оцтової кислоти в період пуску за допомогою нейронної мережі GRNN. Реактор виробляє оцтову кислоту за допомогою карбонілювання метанолу в присутності родієвого каталізатора.

Моделювання нейронної мережі виконувалось в програмі MATLAB 2021b. Для моделювання був використаний ітераційний спосіб побудови нейронної мережі. Для цього зробили дві вибірки. Навчальна вибірка була потрібна для побудови та навчання мережі, а перевірна вибірка була використана для перевірки точності апроксимації вихідного параметра. Для визначення точності моделювання використовувалась відносна похибка.

Якщо $SPREAD=0.1$, то відносна похибка дорівнювала 0.0025, якщо $SPREAD=1.0$, то відносна похибка дорівнювала 0.0025, для $SPREAD=10.0$, відносна похибка дорівнювала 0.0023, для $SPREAD=100.0$, відносна похибка дорівнювала 0.0018.

Для випадку малого значення параметра впливу SPREAD радіальна базисна функція різко спадає. Дуже малим виявляється діапазон вхідних значень, на який реагують нейрони прихованого шару. Декілька нейронів будуть реагувати на значення вектора входу, якщо збільшити параметр SPREAD, оскільки в цьому випадку нахил радіальної базисної функції стає більш плавним. Можна говорити про те, що на виході мережі буде сформовано вектор, який відповідає середньому значенню декількох цільових векторів. Дані цільові вектори відповідають вхідним векторам навчальної множини. Також цільові вектори близькі до даного вектору входу.

Зі збільшенням параметра SPREAD збільшується кількість нейронів, які беруть участь у формуванні середнього вихідного значення. Тобто функція, що генерується мережею, стає більш гладкою.

Промодельована мережа GRNN використала сорок дев'ять нейронів у прихованому шарі.

На основі проведеного дослідження можна зробити висновки, що створена мережа успішно вирішує завдання апроксимації при всіх досліджуваних значеннях параметра SPREAD.

До переваг мережі GRNN можна віднести високу швидкість навчання, оскільки навчання зводиться тільки до присвоєння значень ваг.

APPLICATION ASPECTS OF DYNAMIC PROGRAMMING

Yatsyuk D.A., student of group 133ts-22b-01, Levkin A.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Technologies, Cybernetics and Information Security
State Biotechnological University

Dynamic programming involves breaking down a single complex task into several interrelated simple subtasks. By combining the solutions to the individual subtasks, the solution to the overall task is obtained. Each sub-task is solved only once. These solutions are recorded in a table, and in the simplest case, the solutions to the sub-tasks form a single row in the table or a one-dimensional array of data in the computer. The most typical example of dynamic programming tasks is the Fibonacci numbers. This is explained by the fact that to obtain the n th Fibonacci number, the previous Fibonacci numbers are needed. The example of Fibonacci numbers shows that the complexity of solving dynamic programming problems increases from the initial data entered at the initial stage to the solution of the general dynamic programming problem at the end. Another example of dynamic programming problems is the problem of placing various fixed-size objects in a given limited area. In this case, restrictions are imposed both on the size of the initial area for placing objects and on the absence of empty cells after placing objects in the initial area. A modification of the second example is the classic cutting problem, where restrictions are imposed on the size of the initial cutting area, the non-intersection of the cut pieces of material, and the condition that the combination of the cut pieces of material forms the initial cutting area.

When solving dynamic programming problems, methods of analysis and synthesis, generalization, comparison of results, abstraction, deduction, and induction are used. It should be noted that it is often necessary to perform mathematical modeling of complex systems that contain sources of physical field influences. Taking into account the structural features of the object under study and the modes of influence on the system leads to nonlinearity of the constraints on the objective function and on the parameters of the sources of influence [1]. To control the fulfillment of constraints on the objective function, it is necessary to solve boundary value problems with differential equations that describe the state of the modeled system. The maximum permissible (record) values of the parameters of the modeled system are taken based on the technical characteristics of the hardware means of impact or on expert assessment of the system parameters.

It should be noted that the constructed mathematical models must unambiguously define the simulated system. The requirement to ensure the correctness of boundary conditions is initially considered to be fulfilled and arises only when a larger number of features of the simulated system are taken into account or when additional external factors are introduced into the system. Since this increases the complexity of the constructed boundary conditions, researchers use, for example, methods of expert assessment of the system's control parameters to determine which factors should be considered first and which can be neglected [2].

The use of the proposed approach, based on the analysis and synthesis of complex systems, to solve dynamic programming problems will improve the accuracy of the solution to the general dynamic programming problem by improving the accuracy of the solution to specific problems. This will increase the effectiveness of controlling losses of the material under study and the use of technical resources at the sources of impact.

References

1. Raskin L., Sira O., Hatunov A., Riabokon R., Sinitsyn R. Method for solving distributional problems of mathematical programming under conditions of fuzzy initial data. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. Vol. 4. No. 4(130). Pp. 63–68.
<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.310569>
2. Levkin D., Synyavina Yu., Levkin A., Butenko T. Theoretical studies of applied problems

ГЕОТЕРМІЧНІ УМОВИ ГЛИБОКИХ ШАХТ ДОНБАСУ: ПРОГНОЗ, ОЦІНКА РИЗИКІВ І НАПРЯМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМУ

Русанов О.І., ст. гр. Гір-23д,

Сорока Д.А., старший викладач кафедри хімічної інженерії та екології
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність і мета дослідження

Глибокі вугільні шахти Донбасу характеризуються значним підвищенням температури навколишніх гірських порід, що на глибинах понад 900-1200 м призводить до зростання теплового навантаження на виробки. У ряді ділянок температура рудникового повітря може сягати 40-45 °С, що створює небезпечні умови праці та потребує значних енергетичних витрат на охолодження. Одним із головних чинників, що визначають цей режим, є геотермічний тепловий потік, який залежить не лише від глибини, але й від тектонічної будови масиву. Особливо важливим є вивчення зон розривних порушень, оскільки вони можуть виступати каналами тепломасопереносу і створювати локальні аномалії температур.

Метою дослідження є встановлення закономірностей розподілу температур гірських порід у межах Довжано-Садкинської синкліналі Донбасу, аналіз впливу тектонічних порушень на геотермічний режим та формування практичних рекомендацій щодо оптимізації вентиляції й теплового контролю у шахтах.

Матеріали та методи дослідження

У дослідженні використано:

- дані температурних замірів у 248 глибоких свердловинах (700-1400 м), виконаних з інтервалом 100 м;
- геолого-структурні карти масштабу 1:25 000, що охоплюють основні блоки й тектонічні порушення синкліналі;
- методи статистичного аналізу для визначення залежностей між температурою, глибиною та ступенем порушеності масиву;
- математичне моделювання для побудови прогнозованої карти геотермічного поля.

Особлива увага приділена порівнянню температурних характеристик непорушених блоків та зон зближення, зсувів, розломів, що дозволило виявити значні просторові відмінності в тепловому полі.

Основні результати дослідження

1. Виділено три основні зони геотермічних аномалій, пов'язаних зі значними тектонічними розривами, де температура на однаковій глибині може бути на 6-9 °С вищою, ніж у стабільній частині масиву.

2. Встановлено, що геотермічний градієнт змінюється в широкому діапазоні – від 1,6 до 2,7 °С/100 м, що зумовлено структурними блоками та гідрогеологічними умовами.

3. На горизонті близько 1000 м температура гірських порід становить від 26 до 34,5 °С, причому найвищі значення спостерігаються в зонах зближення та перетину великих розломів.

4. Аналіз геологічної моделі підтвердив, що тектонічні порушення сприяють підвищенню теплового потоку внаслідок циркуляції глибинних вод та газових сумішей, що узгоджується з сучасними дослідженнями щодо впливу структурних пасток на теплоперенос у вугленосних басейнах [1].

5. Побудована прогнозна карта геотермічного режиму вказує, що подальше поглиблення шахт до 1200-1350 м може супроводжуватися різким зростанням теплового навантаження, що потребує впровадження систем активного охолодження, інколи – локальних холодильних машин.

Практична значущість та можливості застосування результатів

Отримані результати дозволяють:

- на ранніх стадіях проектування шахтних виробок визначати ділянки з потенційно небезпечним тепловим режимом;

- оптимізувати схему вентиляційних потоків з урахуванням геотермальних аномалій;

- обґрунтувати необхідність встановлення холодильних машин і теплообмінників у зонах підвищення температури;

- застосувати геотермальну енергію як додатковий ресурс для тепlopостачання або для роботи систем охолодження – концепція, яку розвивав С. Шаєбан у дослідженнях щодо глибоких шахт Донбасу [2];

- використовувати термічну енергію надр у технологіях інтенсифікації дегазації вугільних пластів, що підтверджено сучасними науковими роботами [3].

Таким чином, запропонований підхід має не лише наукове, а й значне прикладне значення для підвищення безпеки праці, енергоефективності та продовження експлуатаційного ресурсу глибоких шахт.

Перспективи подальших досліджень

- удосконалення теплових моделей гірського масиву з використанням машинного навчання для більш точного прогнозу;

- вивчення можливості створення замкнених геотермальних контурів у шахтних стволах;

- оцінка ефективності комбінованих систем вентиляція-теплообмінник для шахт Донбасу;

- порівняння геотермічного режиму Донбасу з іншими вугленосними регіонами з подібною тектонікою;

- аналіз довгострокового впливу теплового тиску на стійкість виробок.

Висновки

Дослідження підтверджує, що геотермічний режим глибоких шахт Донбасу значною мірою визначається тектонічною порушеністю масиву. Зони розривів формують локальні теплові аномалії, що потребують спеціальних інженерних рішень для забезпечення безпечних умов праці. Розроблені геотермальні моделі та рекомендації можуть бути використані службами вентиляції для раціонального планування мереж охолодження та проектування нових виробок. У перспективі поєднання традиційної вентиляції з геотермальними технологіями може дати значний ефект для енергозбереження та безпеки гірничих робіт.

Література

1. Демчук Ю. В., Лівенцева Г. А. Geothermal overview of Ukraine / Ю. В. Демчук, Г. А. Лівенцева // Гірнична геологія та геоecологія. – 2023. – № 1 (6). – С. 64-72. URL: https://www.researchgate.net/publication/374122286_GEOTHERMAL_OVERVIEW_OF_UKRAINE.

2. Салехірадж Саєд Шаєбан. Обґрунтування параметрів системи відбору геотермальної енергії в умовах глибоких вугільних шахт: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.15.09 / Салехірадж Саєд Шаєбан; Держ. ВНЗ "Нац. гірн. ун-т". – Дніпропетровськ, 2014. – 19 с. URL: <https://ir.nmu.org.ua/entities/publication/f5f5ac07-0d68-45a1-8f89-1e3e6546af68>.

3. Xu Y., Lin B., Zhai C. та ін. Enhanced Coalbed Methane Extraction by Geothermal Stimulation in Deep Coal Mines: An Appraisal [Електронний ресурс] / Yu Xu, Baiquan Lin, Cheng Zhai, Chuanjie Zhu, Klaus Regenauer-Lie, Xiao Chen. – 2021. – arXiv:2102.02348. URL: <https://arxiv.org/abs/2102.02348>.

ДРАПІРУВАННЯ ТКАНИН З ХІМІЧНИХ ВОЛОКОН: ВПЛИВ СКЛАДУ ТА БУДОВИ

Філіппов Д.О., ст. гр. ТЛП-25дм, Філіппова Т.А., ст. гр. ТЛП-22д, Нізін В.М., ст. гр. ТЛП-22д, Ріпка Г.А., зав. каф. дизайну та індустрії моди, к.т.н., доц.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Здатність тканини до драпірування, утворення м'яких, округлих складок під дією власної ваги – є одним із ключових естетичних та ергономічних показників якості швейних виробів. В умовах домінування на ринку матеріалів із хімічних волокон (поліефірних, поліамідних, віскозних), дослідження механізмів формування їх драпірування набуває особливої актуальності. На відміну від натуральних аналогів, хімічні тканини часто характеризуються вищою пружністю та специфічною поверхнею, що ускладнює прогнозування їх поведінки у виробі без глибокого аналізу взаємозв'язку «склад-структура-властивість». Метою даної роботи є встановлення залежності показників драпірування тканин з хімічних волокон від їх волокнистого складу та параметрів будови.

Драпірування є комплексною характеристикою, що належить до пропорційній згинальній жорсткості матеріалу. Теоретично жорсткість при згині (B) однорідної пластини, якою апроксимується тканина, визначається добутком модуля пружності матеріалу (E) на момент інерції перерізу (I). Для текстильних матеріалів, враховуючи їх дискретну структуру, згинальну жорсткість часто оцінюють через показник жорсткості консолі (G), який розраховується за формулою (1):

$$G = M \cdot L^3 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6}, \text{ (мкН}\cdot\text{см}^2\text{)}, \quad (1)$$

де: M – поверхнева густина тканини ($\text{г}/\text{м}^2$); L – довжина згину (осідання) зразка під власною вагою (см).

З формули видно, що на жорсткість, а отже і на драпірування, прямо впливає маса тканини (залежить від складу та щільності) та її здатність опиратися згину (залежить від типу волокон і переплетення).

Експериментальне визначення драпірування проводилося методом дискової проби [1-3]. Суть методу полягає у визначенні площі проєкції зразка тканини у формі кола, що вільно звисає з опорного диска меншого діаметра. Схему випробування наведено на рисунку 1.

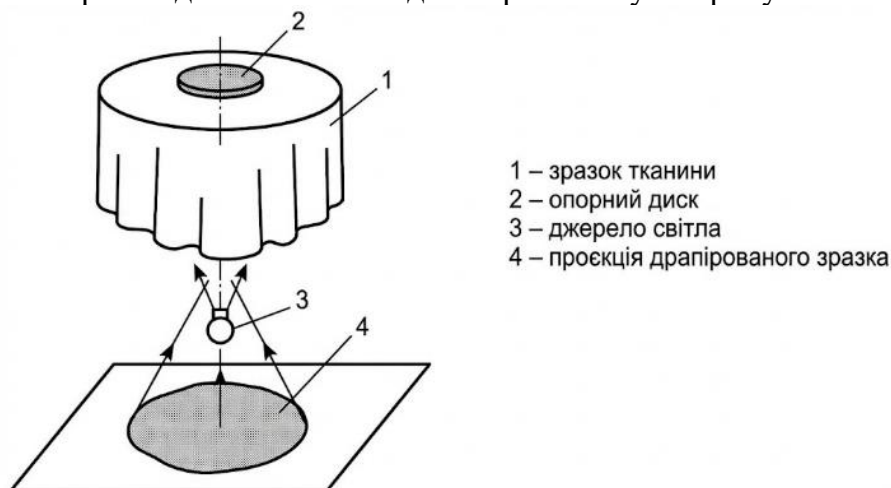


Рисунок 1. Схема визначення драпірування методом дискової проби: 1 – зразок тканини; 2 – опорний диск; 3 – джерело світла; 4 – проєкція драпірованого зразка.

Кількісною характеристикою слугує коефіцієнт драпірування (K_d , %) – відношення площі проєкції драпірованого зразка до площі вихідного зразка (чим менший K_d , тим краща драпірувальність). У ході роботи було досліджено групу тканин різного хімічного складу, але приблизно однакової поверхневої густини. Результати вимірювань наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Показники драпірування хімічних тканин різного складу

№ з/п	Волокнистий склад	Переплетення	Поверхнева густина, г/м ²	Коефіцієнт драпірування, K_d , %	Характер складок
1	100% Віскоза	Полотняне	115	35	Дрібні, м'які, спадаючі
2	100% Поліамід	Полотняне	110	44	Середні, округлі
3	100% Поліестер	Полотняне	120	52	Великі, формостійкі

Аналіз даних показує суттєвий вплив природи волокна. Віскозні тканини (гідратцелюлозні волокна) демонструють найкращий показник драпірування ($K_d = 35$ %) завдяки меншій пружності волокон порівняно з синтетичними. Поліефірні тканини, маючи високий модуль пружності, утворюють більш жорсткі складки, що відображається у вищому коефіцієнті драпірування ($K_d = 52$ %).

Окрім складу, критичний вплив на драпірування має будова тканини, зокрема вид переплетення та щільність ниток. Зі збільшенням кількості зв'язків між нитками основи та піткання зростає сила тертя між ними, що підвищує згинальну жорсткість.

На графіку (рис. 2) представлено залежність коефіцієнта драпірування від щільності тканини по пітканню для двох видів переплетень – полотняного та сатинового (за умови незмінної щільності по основи та використання ідентичної поліефірної пряжі).

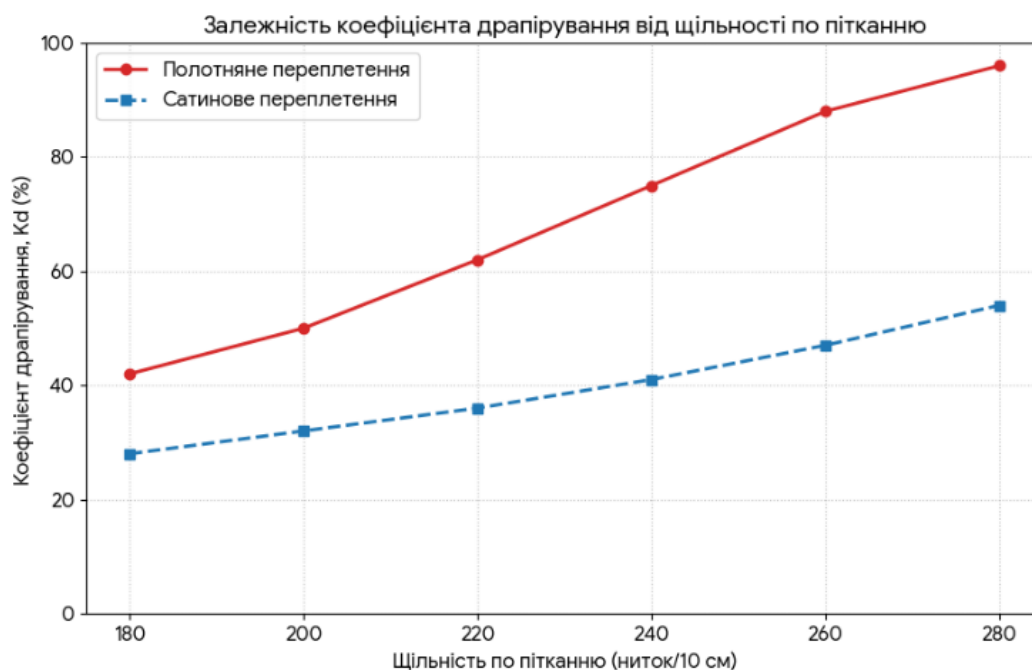


Рисунок 2. Залежність коефіцієнта драпірування (K_d) від щільності тканини по пітканню для різних переплетень

Як видно з графіка, зі збільшенням щільності тканини коефіцієнт драпірування зростає (драпірування погіршується) для обох типів переплетень. Проте, для полотняного переплетення, яке характеризується максимальною кількістю перетинів ниток, це зростання відбувається значно інтенсивніше. Сатинове переплетення, завдяки довгим перекриттям ниток і меншій кількості крапок зв'язку, забезпечує значно кращу рухливість структури та, відповідно, нижчі значення K_d навіть при великій щільності.

Висновки. Встановлено, що драпірування тканин з хімічних волокон є функцією як волокнистого складу (визначається модулем пружності волокна), так і параметрів будови (визначається рухливістю структури). Для досягнення високих показників драпірування в асортименті тканин з хімічних волокон доцільно використовувати волокна з меншою згинальною жорсткістю (віскоза) або застосовувати переплетення з подовженими перекриттями (сатинове, атласне), які мінімізують тертя між нитками під час експлуатації швейного виробу.

Література

1. Слітковська І. А. Швейне матеріалознавство: підручник. Львів: Світ, 2003. 240 с.
2. ДСТУ 2027-92 (ГОСТ 10550-93). Матеріали текстильні. Полотна. Методи визначення жорсткості під час згинання. [Чин. від 1993-01-01]. Київ: Держстандарт України, 1994. 14 с.
3. Кизимчук О. П. Будова та властивості технічних тканин: монографія. Луцьк: ЛДТУ, 2007. 228 с.

ВПЛИВ СКЛАДУ І БУДОВИ ТКАНИН НА ЇХ ГІГІЄНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Кисельова В.Ф., ст. гр. ТЛП-24д, Маланчак К.М., ст. гр. ТЛП-24д, Головачова Н.П., ст. гр. ТЛП-25д, Ріпка Г.А., зав. каф. дизайну та індустрії моди, к.т.н., доц.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Забезпечення комфортного мікроклімату в підодяговому просторі є ключовим завданням при проектуванні одягу, особливо спеціального та спортивного призначення. Гігієнічні властивості (повітропроникність, гігроскопічність, паропроникність) безпосередньо залежать від сировинного складу волокон та структурних характеристик текстильного полотна (вид переплетення, щільність, пористість).

Геометрія переплетення визначає характер наскрізних пор, через які відбувається циркуляція повітря та вологи. На рисунку 1 зображено різницю між полотняним, саржевим та атласним переплетеннями. Зі збільшенням довжини перекриттів (наприклад, у сатині) щільність ниток може зростати, що змінює загальну пористість тканини (рис. 1).

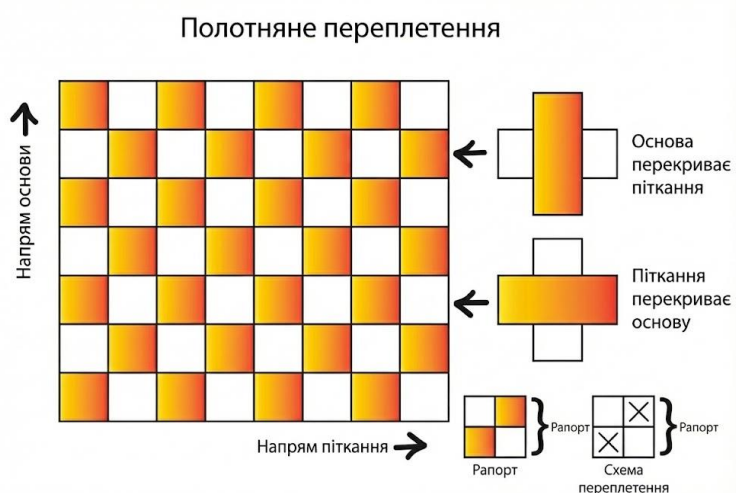


Рисунок 1. Характеристика полотняного переплетення

Загальну пористість тканини (P_{tot}) розраховано за формулою:

$$P_{tot} = \left(1 - \frac{\delta_t}{\delta_f}\right) \cdot 100\% \quad (1)$$

де: δ_t – об'ємна густина тканини (г/см^3);

δ_f – густина волокнистої речовини (г/см^3).

Дослідження показали, що тканини полотняного переплетення мають більшу

кількість макропор (між нитками), тоді як у тканинах саржевого переплетення переважають мікропори (всередині ниток) через щільнішу структуру.

Повітропроникність (V_p) є критичним параметром для теплообміну. Експериментально встановлено залежність коефіцієнта повітропроникності від перепаду тиску та площі зразка.

Для опису процесу проходження повітря крізь пористу структуру тканини використано формулу (2):

$$Q = \frac{k \cdot A \cdot \Delta P}{\mu \cdot L} \quad (2)$$

де: Q – об'ємна витрата повітря ($\text{м}^3/\text{с}$);

k – коефіцієнт проникності матеріалу;

A – площа зразка (м^2);

ΔP – перепад тиску (Па);

μ – динамічна в'язкість повітря (Па·с);

L – товщина тканини (м).

Зі збільшенням щільності тканини по основі та пітканню на 10 %, показник повітропроникності знижується нелінійно – в середньому на 15-20 % через перекриття наскрізних пор.

Було проведено порівняльний аналіз трьох груп зразків однакового переплетення (полотняне), але різного сировинного складу. Результати досліджень наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика гігієнічних властивостей тканин

№ зразка	Склад (%)	Гігроскопічність (%)	Паропроникність ($\text{г}/\text{м}^2$)	Повітропроникність ($\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$)
Зразок 1	100% Бавовна	18,5	4200	185
Зразок 2	50% Бав / 50% ПЕ	8,2	3100	140
Зразок 3	100% Поліестер	0,9	1500	95

Зразок 1 демонструє найвищу гігроскопічність завдяки гідрофільній природі целюлози, що дозволяє ефективно відводити вологу від тіла у рідкій фазі. Введення поліефірних волокон (Зразок 2) різко знижує гігроскопічність (на 55 %), проте підвищує зносостійкість. Навіть при однаковому переплетенні, синтетичні нитки (Зразок 3) мають гладку поверхню та більшу щільність, що зменшує аеродинамічний опір волокон, але знижує загальну кількість наскрізних пор, погіршуючи показники повітропроникності тканини.

Висновки:

1. Гігієнічні властивості тканин є функцією двох змінних: хімічної природи волокон та геометричної будови тканини.

2. Оптимальним рішенням для повсякденного одягу є використання сумішевих тканин (Зразок 2), де вміст бавовни не менше 50-60 %, що забезпечує баланс між комфортом (гігроскопічність) та формостійкістю.

3. Для прогнозування повітропроникності рекомендується використовувати математичну модель на основі закону Дарсі, враховуючи коефіцієнт проникності пор у тканинах саржевого та атласного переплетень.

Література

1. Слітковська І. А. Швейне матеріалознавство : підручник. Львів : Світ, 2003. 240 с.
2. Супрун Н. П. Матеріалознавство швейного виробництва. Матеріали для одягу : підручник. Київ : КНУТД, 2009. 156 с.

3. Галик І. С., Семак Б. Д. Проблеми формування та оцінювання екологічної безпечності текстилю : монографія. Львів : Видавництво Львівської комерційної академії, 2014. 488 с.

4. ДСТУ ISO 9237:2003. Текстиль. Тканини. Визначення повітропроникності (ISO 9237:1995, IDT). [Чинний від 2004-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 12 с. (Національний стандарт України).

5. Бучківська У. Б., Пелик Л. В. Дослідження повітропроникності платтяно-костюмних тканин. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2014. № 1. С. 40–43.

РОЗРОБКА СТАДІЇ ВИПАЛУ КАРБОНАТНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ВАПНА

Дреєр О.В., здобувачка 4 курсу бакалавріату, ХТ-22д,
науковий керівник: к.пед.н, доц. Золотарьова О. В.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

На сьогоднішній день для виробництва вапна застосовуються шахтні, обертові печі та печі киплячого шару.

Більше 80% загальної кількості вапна одержують в шахтних печах. Шахтна піч представляє собою встановлену на фундаменті шахту, що має у верхній частині пристрій для завантаження вихідного матеріалу, а в нижній частині – механізм для вивантаження вапна. Матеріал, що рухається в шахті зверху, проходить послідовно три технологічні зони: зону підігріву, зону випалу і зону охолодження. В зоні підігріву відбувається нагрівання сировинних матеріалів до 900°C за рахунок тепла газоподібних продуктів, що рухаються з зони випалу. В зоні випалу відбувається згоряння палива і розкладання вапняку на вапно і вуглекислий газ. В зоні охолодження температура вапна знижується до 80-100°C холодним повітрям, що рухається знизу.

Велика кількість споживачів вапна, наявність потужних сировинних джерел і розвиненого технічного потенціалу сприяють проведенню реконструкції та технічному переоснащенню існуючих виробництв, удосконаленню технології виробництва, застосуванню прогресивних форм організації виробництва, нарощуванню виробничих потужностей.

За способом випалу розрізняють шахтні печі пересипні, напівгазові, на газоподібному і рідкому паливі.

Обертова піч представляє собою футерований зсередини обертовий сталевий циліндричний барабан, встановлений похило на роликівих опорах. Випалюваний матеріал подається в обертову піч з боку, що розташований вище кінця, і виходить з нижньої частини печі. Випалюваний матеріал рухається по печі протитечею газам, які отримують при випалі палива, що подається в нижній кінець обертової печі.

Особливість випалу в печах киплячого шару полягає в тому, що при русі нагрітого газу через шар дрібнозернистого вапняку відбувається безперервна циркуляція часток. Велика поверхня контакту їх з газовим теплоносієм сприяє швидкому протіканню фізико-хімічних процесів, що дозволяє здійснювати процес випалу в компактних установках при високій інтенсивності. Печі киплячого шару можуть працювати як на природному газі, так і на мазуті. Оскільки в печах випалюється тонкодисперсний матеріал, процес випалу в них протікає при менших температурах (1000-1050°C).

Широке розповсюдження шахтних печей пояснюється простотою їх конструкції і експлуатації, низькими капітальними затратами на будівництво, високою тепловою ефективністю.

Обертова піч має ряд переваг у порівнянні з шахтною: більша одинична потужність, рівномірна якість одержуваного вапна при високому ступені випалу (90-96%), можливість випалу дрібних фракцій вапняку будь-якої механічної міцності та високої вологості (18-30%). Однак їй властиві і істотні недоліки: підвищена питома витрата палива на випал, великі капітальні вкладення на обладнання і спорудження, значна металоємність.

Печі киплячого шару дозволяють отримати вапно високої якості при випалі дрібної і пиловидного вапняку фракції 0,2-0,6; 0,2-3; 3-12; 12-15 мм. Витрата палива в таких печах відносна низька. Отримуване в таких печах вапно має високу реактивну здатність. Головним фактором, що стримує більш широке розповсюджене застосування таких печей, є висока вартість дрібного, ретельного класифікованого матеріалу, що подається в піч.

Проаналізувавши все вищевикладене, у дослідженні для одержання вапна вибирається пересипна шахтна піч, що працює на твердому паливі.

ЗАСТОСУВАННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ ДЛЯ КАТАЛІЗУ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

Макаров В.Д., здобувач 4 курсу бакалавріату, ХТ-22д, науковий керівник: к.пед.н, доц.
Золотарьова О. В.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

У сучасній хімічній технології питання підвищення ефективності хімічних процесів є одним із найважливіших. Виробництво більшості органічних і неорганічних речовин базується на каталізі – процесі, що дозволяє зменшити енергетичні витрати та підвищити швидкість реакцій. Традиційні каталізatori, хоч і ефективні, часто мають низку недоліків: низьку стабільність, схильність до дезактивації, складність регенерації та великі витрати сировини.

З розвитком нанотехнологій з'явилася можливість створювати каталізatori нового покоління – нанокаталізatori, які характеризуються високою питомою поверхнею, контрольованими розмірами частинок і унікальними фізико-хімічними властивостями. Це відкриває нові можливості для підвищення ефективності промислових реакцій, зниження енергоспоживання та екологічного навантаження на довкілля.

Наноматеріали – це речовини, які мають хоча б один структурний елемент з розміром менше 100 нанометрів ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). У цьому діапазоні розмірів змінюються фізичні, хімічні та електронні властивості речовин.

Основна особливість наноматеріалів – значне збільшення питомої поверхні при зменшенні розміру частинок. Це означає, що більша кількість активних центрів каталізатора доступна для реагентів, що суттєво підвищує швидкість реакції.

Крім того, наночастинки можуть проявляти квантові ефекти, які змінюють електронну структуру матеріалу, роблячи його більш реакційноздатним або селективним до певних сполук.

Залежно від хімічної природи та застосування, нанокаталізatori поділяють на кілька основних типів:

– металеві нанокаталізatori – на основі благородних (Pt, Pd, Au, Ag) або перехідних металів (Ni, Co, Cu, Fe). Вони широко використовуються у реакціях гідрування, окиснення, ізомеризації тощо. Наприклад: наночастинки платини застосовуються в автомобільних каталізаторах для окиснення чадного газу та незгорілих вуглеводнів.

– оксидні нанокаталізatori – на основі оксидів титану (TiO_2), церію (CeO_2), цинку (ZnO), заліза (Fe_2O_3). Вони проявляють високу активність у фотокаталізі та окиснювальних процесах. Приклад: TiO_2 використовується для фотокаталітичного розкладання органічних забруднень у воді та повітрі.

Нанокompозитні каталізатори – поєднують різні матеріали (наприклад, метал/оксид, вуглець/метал), що дозволяє досягати синергічного ефекту. Наприклад: наночастинки паладію на вуглецевих нанотрубках показують високу активність у реакціях гідрогенізації ароматичних сполук.

Біонанокаталізатори – створені на основі ферментів, іммобілізованих на наноструктурних носіях. Такі системи поєднують високу селективність біокаталізу з термостійкістю наноматеріалів.

Переваги наноматеріалів у каталізі:

- висока активна поверхня. Наночастинки мають надзвичайно велику питому поверхню (до сотень м²/г), що забезпечує більшу кількість активних центрів;
- покращена селективність. Можливість контролю розміру та форми частинок дозволяє «налаштувати» каталізатор під конкретну реакцію;
- зниження температури процесів. Нанокаталізатори дозволяють проводити реакції при нижчих температурах і тисках, що зменшує енергоспоживання;
- менше відходів, можливість повторного використання та очищення;
- деякі нанокаталізатори стійкі до дезактивації, оскільки наноструктури можуть запобігати агрегації активних частинок.

Фотокаталітичні наноматеріали, такі як TiO₂, використовуються для розкладання органічних сполук у воді (очищення стічних вод від барвників, пестицидів, фармацевтичних залишків).

Нанокаталізатори є ключовими компонентами в паливних елементах (Pt/C, Pd/C) та у виробництві водню через каталіз реакції парового реформінгу метану або фотолізу води.

Органічний синтез. Наночастинки паладію, нікелю чи міді широко використовуються в реакціях гідрування, крос-зчеплення (Suzuki, Heck) та окиснення.

Автомобільна промисловість. Каталізатори на основі наночастинок платини, паладію та родію забезпечують ефективне перетворення токсичних газів (CO, NO_x, вуглеводнів) у безпечні сполуки.

Біотехнології та фармацевтика. Наночастинки золота й срібла можуть виступати як каталізатори для реакцій у водних середовищах, а також як носії для іммобілізованих ферментів у біосинтезі.

Попри численні переваги, існують і певні труднощі у впровадженні нанокаталізаторів:

- складність масштабного виробництва наноматеріалів із контрольованими властивостями;
- можливість агломерації наночастинок під час реакції;
- питання токсичності та утилізації наноматеріалів після використання.

Перспективним напрямом є розробка екологічно безпечних нанокаталізаторів із природних матеріалів, використання біонанотехнологій та комп'ютерного моделювання для прогнозування структури та активності наночастинок.

Висновки.

Застосування наноматеріалів у каталізі відкриває нову еру в розвитку хімічних технологій. Завдяки своїм унікальним властивостям нанокаталізатори забезпечують високу ефективність, селективність та екологічність хімічних процесів. Їх використання сприяє створенню енергоощадних і безвідходних виробництв, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку.

Подальші дослідження у цій галузі спрямовані на вдосконалення методів синтезу наноматеріалів, розробку нових типів нанокompозитів і підвищення їх стабільності в реальних умовах експлуатації.

РОЛЬ КАТАЛІЗАТОРІВ У ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОСТІ

Меркуленко А.Д., здобувач 4 курсу бакалавріату, ХТ-22д,
науковий керівник: к.пед.н, доц. Золотарьова О. В.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Каталізатори відіграють надзвичайно важливу роль у сучасній хімії та промисловості. Вони дозволяють суттєво прискорювати хімічні реакції, змінюючи швидкість їх перебігу без витрати власної речовини. Каталізатор не входить до кінцевого складу продуктів реакції, проте забезпечує перехід реагентів по шляху з меншою енергією активації. Це означає, що процеси, які раніше могли тривати години або навіть дні, за наявності каталізатора проходять у десятки чи сотні разів швидше. Загалом каталіз є основним механізмом оптимізації хімічних систем та одним із ключових способів керування реакціями.

Сутність дії каталізаторів полягає у створенні альтернативного механізму реакції, що потребує менше енергії для початку процесу. Наприклад, ферменти, які є природними біологічними каталізаторами, дозволяють живим організмам здійснювати життєво важливі реакції за низьких температур, що було б неможливо без такого прискорення. На промисловому рівні каталізатори забезпечують ефективність різноманітних процесів – від синтезу аміаку до виробництва палив, пластмас і фармацевтичних препаратів. Завдяки цьому промисловість може досягати високої швидкості виробництва та економного використання енергії.

У промисловості вирізняють два основні типи каталізу: гомогенний та гетерогенний. Гомогенний каталіз характеризується тим, що каталізатор і реагенти перебувають в одній фазі, найчастіше рідинній. Такий каталіз відзначається високою точністю та селективністю, проте його недоліком є складність відокремлення каталізатора від продуктів реакції. Гетерогенний каталіз передбачає різні фази реагентів і каталізатора, зазвичай це тверді каталізатори та газоподібні або рідкі реагенти. Гетерогенний каталіз широко використовується в нафтохімії, під час очищення викидів, у виробництві синтетичного газу, водню та інших промислових продуктів.

Одна з найвідоміших реакцій, де каталіз має вирішальне значення, – синтез аміаку за Габером-Бошем. Саме завдяки каталізатору на основі заліза ця реакція може проходити в промислових масштабах. Отриманий аміак є ключовою речовиною для виробництва азотних добрив, без яких сучасне сільське господарство не могло б забезпечити потреби світу в харчових продуктах. Іншим прикладом є процеси крекінгу в нафтохімії, де каталізатори дозволяють перетворювати важкі фракції нафти на бензин і дизельне паливо, що значно підвищує економічність та ефективність переробки.

Каталізатори також відіграють важливу роль у зменшенні негативного впливу промисловості на довкілля. Наприклад, у каталізаторах автомобільних двигунів застосовуються метали платинової групи, які сприяють перетворенню токсичних викидів, таких як чадний газ та оксиди азоту, у менш шкідливі речовини. Цей процес є ключовим у боротьбі з забрудненням повітря та зниженні викидів парникових газів. Також каталіз широко використовується в системах очищення промислових газів, водоочищенні та переробці відходів.

Завдяки високій ефективності каталізаторів та їх здатності регулювати хімічні реакції, промислові підприємства отримують змогу знижувати витрати енергії, скорочувати кількість відходів і підвищувати якість кінцевої продукції. Каталізатори дозволяють розвивати енергозберігаючі технології та переходити до більш екологічно чистих виробничих методів. Багато сучасних інновацій, таких як паливні елементи, виробництво

біопалива, створення нових полімерів і фармацевтичних препаратів, також базуються на використанні каталізу.

Отже, каталізатори є невід'ємною частиною сучасної хімічної та промислової діяльності. Вони забезпечують швидкість, ефективність та екологічність хімічних процесів, дозволяючи промисловості працювати на високому технологічному рівні. Значення каталізаторів постійно зростає, адже світ рухається в напрямку енергозбереження, екологічної безпеки та вдосконалення виробництва. Саме тому вивчення каталізу й розробка нових каталізаторів залишаються одним із пріоритетних напрямів сучасної науки та техніки.

МОДЕЛЮВАННЯ ПІДСИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ НА ОСНОВІ ANFIS

Дубовський О.Р., аспірант, Сотніков Д.О., аспірант

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ

В роботі [1] пропонується інформаційна система автоматизованого керування промисловою пасікою з підсистемою діагностики, що на основі аналізу даних допомагає в прийнятті керуючих рішень. Зважаючи, що прийняття рішень і керування здійснюється на основі змішаних даних, як чітких показань вимірювальних пристроїв, так і на базі експертних знань та нечіткої інформації, запропоновано використовувати адаптивну нейро-нечітку систему виведення ANFIS.

ANFIS представляє адаптивну систему нейро-нечіткого виводу. З одного боку, мережа ANFIS є нейронну мережу з єдиним виходом і декількома входами, які представляють собою нечіткі лінгвістичні змінні. При цьому терми вхідних лінгвістичних змінних описуються стандартними функціями належності, а терми вихідної змінної представляються лінійною або постійними функціями приналежності. Така мережа ANFIS може бути успішно використана для настройки функцій приналежності і налаштування бази правил в нечіткій експертній системі. Алгоритм навчання адаптивних нечітких систем складається з двох стадій: 1) генерація лінгвістичних правил; 2) коригування функцій приналежності. Перше завдання відноситься до задачі переборного типу, друга - до оптимізації в безперервних просторах.

Розглядалась часткова модель впливу погодних умов на стан об'єкта керування.

Вхідні (Input Variables) вимірювані або оцінювані параметри, що характеризують стан вулика та навколишнього середовища: Температура всередині вулика, Зовнішня температура, Відносна вологість всередині вулика, Залишок корму (маса вулика), Рівень шуму/вібрації (стан сім'ї).

Лінгвістичні значення, тобто нечіткі описи вхідних параметрів:

- "Температура всередині": Дуже низька, Низька, Помірна, Нормальна, Висока
- "Зовнішня температура": Люті морози, Холодно, Прохолодно, Помірно, Тепло
- "Вологість": Суха, Нормальна, Волога, Дуже волога
- "Запас корму": Критичний, Недостатній, Достатній, Великий
- "Стан сім'ї": Слабкий, Середній, Сильний

Вихідні параметри:

- Рівень втручання: Негайний, Потрібно спостереження, Не потрібен
- Рекомендована дія: Підгодівля бджіл, Перевірити вентиляцію, Додаткове утеплення, Залишити у спокої.

Для моделювання запропонованого підходу в роботі використано структуру, яка реалізована в пакеті розширення Fuzzy Logic Toolbox системи MATLAB. Це дозволяє поєднати нейромережевий підхід з математичним апаратом нечіткої логіки. На першому етапі моделювання для вхідних даних визначаються ступені приналежності до терм. На другому етапі для кожного нечіткого правила обчислюється ступінь виконання. На третьому

етапі нормалізуються результати всіх правил. На четвертому етапі визначаються виважені значення виходів правил. На останньому етапі підсумовуються внески всіх правил для отримання остаточного результату.

Застосування такої моделі дозволяє створити систему підтримки прийняття рішень, яка допомагає бджоляру ефективно управляти зимівлею бджіл, враховуючи природну невизначеність погодних умов та стану бджолиних сімей.

Література

1. Сотніков Д. О., Дубовський О. Р. Розробка комплексної інформаційної системи керування пасікою. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2025. вип. 7 : Технічні науки. С. 67–75.

ВТОРИННА ПОЛІМЕРНА СИРОВИНА У РАМКАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

Скрипник М.Ю., Римар Т.Е., д.т.н., професор

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Серед усіх вироблених пластмас 41% використовується для упаковки, причому майже половина припадає на упаковку харчових продуктів. Зростання використання пластикової упаковки зумовлене її зручністю, безпекою, доступністю та естетичною привабливістю. Однак упаковка, виготовлена з синтетичних полімерів, становить близько 40% побутових відходів і по суті не є біорозкладною. Отже, за оцінками, кожна людина щорічно генерує приблизно 40–50 кг пластикових відходів [1].

Питання переробки полімерних відходів стає дедалі важливішим не лише з точки зору захисту довкілля, але й через дефіцит полімерної сировини. У цьому контексті пластикові відходи виступають як цінне джерело як сировини, так і енергії. Незважаючи на різноманітність проблем, пов'язаних з переробкою полімерних відходів, ці проблеми не є нездоланими. Однак ефективні рішення вимагають організації збору, сортування та первинної переробки використаних матеріалів і продукції, а також розробки систем ціноутворення на вторинну сировину, які б стимулювали компанії займатися переробкою. Крім того, важливо створити ефективні технології переробки, модифікувати вторинні полімери для підвищення якості, виготовляти спеціалізоване обладнання для переробки та формувати асортимент продукції з перероблених полімерів.

Тим не менш, заходи щодо захисту довкілля вимагають значних капіталовкладень. Вартість переробки та утилізації пластикових відходів приблизно у вісім разів вища, ніж промислових відходів, і майже втричі вища, ніж вартість утилізації побутових відходів. Це значною мірою пов'язано зі специфічними властивостями пластмас, які ускладнюють або навіть виключають використання традиційних методів обробки твердих відходів.

Аналіз ринку вторинної сировини є життєво важливим як на рівні Європейського Союзу, так і на рівні окремих країн. Оновлений План дій ЄС щодо циркулярної економіки (2020) підкреслює важливість вторинних ресурсів, включаючи алюміній, папір, картон, деревину, скло, пластик, текстиль, будівництво та органічні відходи, у виробництві нових товарів. [1].

Переробка полімерів включає цілий набір технологій, що дозволяють перетворювати старі чи відпрацьовані пластикові вироби на нові матеріали. Одним із найбільш поширеними методами є механічна переробка та екструзія полімеру для виготовлення нових виробів.

В якості альтернативи все більше уваги привертають хімічні методи переробки, такі як піроліз, деполімеризація та газифікація – вони руйнують макромолекули пластику до мономерів або інших низькомолекулярних сполук, що дозволяє використовувати їх як сировину для виробництва нових полімерів [2]. Окрім механічних і хімічних методів, перспективні біологічні підходи, наприклад, ферментативне або каталітичне руйнування

полімерів, а також новітні технології, такі як фотокаталітична переробка, які можуть одночасно руйнувати пластикові відходи і виробляти корисні речовини, наприклад, водень [3]. Проте навіть хімічна переробка стикається з труднощами: складність сортування відходів, присутність домішок, енерговитрати, а також необхідність розвитку інфраструктури для повернення вторинної сировини в промисловий обіг [2]. Таким чином, найефективнішим буде здійснювати управління пластиковими відходами, ґрунтуючись на комбінації методів переробки з урахуванням типу пластику, контамінації та передбачуваного подальшого використання переробленого матеріалу.

Згідно зі статтею 6 Закону України «Про управління відходами» № 2849-IX від 13 грудня 2022 року, підготовка відходів до повторного використання, переробки та інших операцій з утилізації забезпечується шляхом створення та функціонування підприємств з переробки відходів, впровадження економічних інструментів та встановлення конкретних цілей щодо збору відходів, підготовки до повторного використання, переробки або інших методів утилізації, а також додаткових підтримуючих заходів. Окремо зібрані відходи, призначені для повторного використання або переробки, не повинні утилізуватися шляхом спалювання або іншими способами, за винятком відходів, що утворюються під час сортування або інших процесів обробки, та матеріалів, непридатних для повторного використання або переробки [4]. Важливо наголосити, що утилізація відходів є необхідним кроком, спрямованим на свідоме зменшення постійно зростаючого обсягу відходів. Сучасні технології переробки відходів далекі від досконалості та потребують постійних інновацій, включаючи розробку нових.

Таким чином, технології переробки дозволяють ефективно реінтегрувати матеріали у виробничі цикли, тим самим зменшуючи залежність від первинних, часто невідновлюваних, ресурсів.

Список літератури

1. Rita Remeikiene, Ligita Gaspareniene, Snieguole Matuliene, Marek Szarucki. Secondary Raw Materials in the Circular Economy. A Multi-Perspective Study, – Krakow, 2024 – 152 с.

2. Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. Center for Polymer & Material Technologies, Department of Materials, Textiles and Chemical Engineering, Faculty of Engineering & Architecture, Ghent University, Technologiepark 915, B-9052 Zwijnaarde, Belgium.

Режим доступу:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X17305354>

3. Recent Advances in Polymer Recycling: A Review of Chemical and Biological Processes for Sustainable Solutions. Faculty of Manufacturing Technologies with a Seat in Presov, Technical University of Kosice, Štúrova St. 31, 080 01 Presov, Slovakia. Режим доступу:
<https://www.mdpi.com/2073-4360/17/5/603>

4. Про управління відходами: закон України від 13 грудня 2022 р. №2849-IX [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2849-20#n3314>

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВЕЛИКОЇ ТЕПЛИЦІ НА ОСНОВІ ІОТ-ТЕХНОЛОГІЙ

Смирнов К. М., студент групи АКР-25дм, Сотнікова Т. Г., доцент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Анотація: розглянуто питання автоматизації великої теплиці з контролем мікроклімату, опилення, вологості та температури. Проаналізовано роботу сенсорних мереж ІоТ, виконавчих механізмів і контролерів з дистанційним керуванням. Показано ефективність автоматизованих систем для стабілізації умов вирощування та підвищення врожайності.

Ключові слова: автоматизація теплиці, мікроклімат, ІоТ, опилення, вологість, температура, ПЛК, Raspberry Pi, зрошення, агротехнології

Вступ. Автоматизація промислових тепличних комплексів є ключовим чинником підвищення ефективності сучасного агровиробництва та стабільності технологічних процесів, оскільки навіть короткочасне відхилення параметрів впливає на врожайність та енерговитрати. У низці наукових робіт [1–2] останніх років розглядається можливість автоматизації теплиць на базі окремих контролерів без використання мережевих технологій. Проте такий підхід не забезпечує рівномірного контролю мікроклімату у великих теплицях, де параметри середовища істотно варіюють у різних зонах простору, тому застосування ІоТ-технологій (Internet of Things) є принципово необхідним саме для великих тепличних комплексів. ІоТ-мережі забезпечують взаємодію мережі датчиків та виконавчих механізмів і збір даних у реальному часі, завдяки цьому підтримання мікроклімату здійснюється не за окремими показниками, а через комплексну модель стану середовища. Метою роботи є аналіз архітектури автоматизованої теплиці, побудованої на ІоТ-рішеннях, та оцінка її ефективності у керуванні температурою, вологістю, освітленням, зрошенням та запиленням.

Матеріали та методи.

Об'єктом дослідження є велика промислова теплиця з автоматизованим керуванням мікрокліматом, що включає системи опалення, вентиляції, туманоутворення, крапельного зрошення, штучного освітлення та автоматизованої системи запилення.

Використані технічні компоненти:

- сенсорна мережа: температурно-вологісні датчики, CO₂-датчики, ґрунтові вологості, сенсори освітленості;

- актуатори: електроприводи вентиляційних фрауг, клапани систем опалення, приводи штор затінення, реле та контролери подачі води, керовані LED-модулі;

- система запилення: вібраційні або пневматичні запилювальні модулі, що встановлюються на рейкові платформи або роботизовані візки;

- контролер та мережа: центральний програмований логічний контролер та ІоТ-вузол (ESP/STM) з хмарною аналітикою.

Для реалізації автоматизованого керування застосована технологія ІоТ, що передбачає з'єднання сенсорів і програмованого логічного контролера в єдину мережу з обміном даними через локальний сервер. Для аналізу динаміки параметрів використаний статистичний метод: побудова часових рядів і порівняння середніх відхилень температури та вологості при ручному та автоматичному режимах, порівняльна оцінка ефективності системи запилення. Алгоритмічне керування з використанням багатоточкового зворотного зв'язку, технологічні операції (полив, вентиляція, обігрів) моделювались за допомогою логічних алгоритмів керування на платформі Raspberry Pi з використанням релейних модулів.

Результати.

У процесі дослідження встановлено, що застосування сенсорної мережі забезпечило точний моніторинг мікроклімату на всій площі теплиці, що дало змогу формувати детальні

теплові карти для корекції локальних зон перегріву або надмірної вологості, IoT-система забезпечує стабільність мікроклімату для вирощування тепличних культур на великих площах, що робить IoT ефективнішим за локальні моделі керування, представлені у [1-2]. Кожний сегмент великої теплиці обладнаний сенсорним модулем, що дозволяє фіксувати мікрокліматичні відхилення з високою просторовою точністю. Актуатори, керовані контролером, реагують на перевищення порогових значень, автоматично відкриваючи вентиляційні кватирки, активуючи нагрівальні елементи та туманоутворення.

Контроль вологості ґрунту, реалізований за допомогою сенсорів і датчика витрати води, забезпечує точну подачу води без переливів, що скорочує витрати водних ресурсів. Регулювання освітленості за допомогою фоторезистора підтримує фотосинтетичну активність рослин при нестачі природного світла. Кероване освітлення підвищило коефіцієнт використання світла на 10–15% у порівнянні з фіксованим режимом.

Інтеграція автоматизованої системи запилення зменшила трудомісткість процесу та забезпечила рівномірне формування зав'язей у культурах, що потребують механічного впливу, що співвідноситься з результатами досліджень, наведеними в роботах [3].

Моніторинг у режимі реального часу дозволяє спостерігати зміну мікрокліматичних параметрів та коригувати технологічні операції дистанційно через веб-інтерфейс, що підвищує ефективність керування теплицею та зменшує трудові витрати. Застосування IoT дає змогу значно скоротити коливання ключових кліматичних параметрів та знизити енергоспоживання за рахунок більш точного запуску обладнання.

Попри високу ефективність, IoT-автоматизація має певні недоліки: залежність від стабільного інтернет-з'єднання, підвищену вартість обладнання та ризики відмови окремих сенсорів. На мою думку, ці обмеження можна мінімізувати завдяки впровадженню дублювання ключових сенсорів у критичних зонах, щоб уникати втрати контролю при відмові окремих вузлів, а використання локального периферійного обчислення забезпечить роботу системи навіть за відсутності інтернету. Крім того, поступове масштабування дозволяє адаптувати систему під конкретну теплицю та оптимізувати фінансові витрати.

Висновки.

Автоматизована система керування великим тепличним комплексом на основі IoT-технологій забезпечує точніший контроль мікроклімату та дає можливість зменшити витрати тепла, води та електроенергії порівняно з підходами [1, 3] і дозволяє дистанційно контролювати мікрокліматичні процеси. Поєднання автоматизованого запилення, розподіленої сенсорної мережі та адаптивного керування підвищує врожайність і водночас зменшує витрати ресурсів. Незважаючи на технічні обмеження, необхідність впровадження механізмів дублювання, локальної обробки даних та модульної модернізації, отримані результати свідчать про доцільність впровадження IoT-рішень при модернізації сучасних промислових тепличних господарств.

Список літератури:

1. Chernova I. Bioengineering complexes for ecologization of agricultural production. Scientific International Symposium Plant Protection—Achievements and Perspectives (2-3 October, 2023 Chisinau, Republic of Moldova): Information Bulletin EPRS/IOBC. Section 58. 122-128 с.
2. Аграрна Наука: Стан та перспективи розвитку. Збірник матеріалів. III Всеукраїнської науково-практичної конференції. 28-29 листопада 2023 року м. Одеса, ОДАУ. 297 с.
3. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. Дослідна справа в агрономії: у 2 кн. Харків: Майдан, 2016. Кн. 1: Теоретичні аспекти дослідної справи. 316 с.

ІНТЕГРАЦІЯ РОБОТИЗОВАНИХ І CNC-СИСТЕМ У ПРОЦЕСІ РІЗАННЯ ЛИСТОВОГО СКЛА

Старий В. А., ст. гр. АКР-25 дм, Асманкіна А. А., асистент
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Сучасні тенденції розвитку промисловості зумовлюють необхідність упровадження автоматизованих та роботизованих технологій, спрямованих на підвищення точності виробничих процесів, зниження матеріальних втрат і мінімізацію впливу людського фактора. Особливо актуальним це є для підприємств скляної промисловості, де процес різання листового скла потребує високої стабільності якості та дотримання вимог безпеки.

Метою дослідження є розробка структури, принципів функціонування та технічного забезпечення автоматизованої лінії різання листового скла з використанням систем числового програмного керування та роботизованих маніпуляторів.

Об'єктом дослідження є процес автоматизованого різання й обробки листового скла на промислових підприємствах. Предметом дослідження виступають програмно-апаратні засоби керування, CNC-системи, роботизовані маніпулятори та елементи промислової автоматизації, що забезпечують реалізацію повного технологічного циклу різання скла.

Запропонована автоматизована лінія включає CNC-ріжучий стіл із системою лазерного наведення, роботизований механізм для подачі та укладання скла, систему керування на базі програмованого логічного контролера, операторську панель НМІ, систему візуального контролю якості з використанням відеокамер, конвеєрні модулі з частотними перетворювачами та комплекс засобів промислової безпеки.

Принцип роботи системи передбачає автоматичне завантаження креслень у форматах CAD, оптимізацію схем розкрою з метою мінімізації відходів, високоточне позиціонування листа скла, контроль якості різання та транспортування готової продукції.

Система керування реалізується на базі PLC з підтримкою сучасних промислових протоколів обміну даними, що забезпечує можливість інтеграції автоматизованої лінії з SCADA- та ERP-системами підприємства. Програмне забезпечення дозволяє адаптувати параметри різання залежно від товщини та типу скла, а також здійснювати збір і аналіз експлуатаційних даних для планування технічного обслуговування.

У результаті впровадження автоматизованої лінії досягається підвищення продуктивності виробництва на 25–30 %, зменшення відходів матеріалу до рівня близько 3 %, скорочення частки ручної праці на 40 % та підвищення рівня безпеки персоналу. Порівняльний аналіз показує суттєві переваги автоматизованого різання порівняно з ручними та напівавтоматичними технологіями.

Зроблено висновок, що застосування CNC- та роботизованих систем у процесі різання листового скла є ефективним напрямом розвитку скляної промисловості та відповідає концепції інтелектуального виробництва.

Література

1. Невлюдов І. Ш., Новоселов С. П., Сичова О. В. Технологія програмування промислових контролерів в інтегрованому середовищі CODESYS : навч. посіб. Харків : ХНУРЕ, 2019. 264 с.
2. Ельперін І. В., Пупена О. М., Сідлецький В. М., Швед С. М. Автоматизація виробничих процесів : підручник. Вид. 2-ге, виправл. Київ : Вид-во Ліра-К, 2015. 378 с. Електронна версія.
3. Барабан С. В., Белзецький Р. С., Арсенюк І. Р. Комп'ютерна інженерія та основи робототехніки : електронний навч. посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс]. Вінниця : ВНТУ, 2024. 155 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ КОМБІНОВАНИХ КОТЛІВ ALFA LAVAL OS У СКЛАДІ ДИЗЕЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК КОНТЕЙНЕРОВОЗІВ ДЕДВЕЙТОМ 42000 Т

Чекушкін А. Ю., АКР-25дм,

Самойлова Ж. Г., кандидат технічних наук, доцент кафедри КІСУ
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Вступ. Контейнерні перевезення відіграють ключову роль у сучасному морському транспорті, що зумовлює підвищені вимоги до ефективності суднових енергетичних установок. Для забезпечення належного рівня економічності та надійності роботи суден широко застосовуються системи утилізації теплоти, у тому числі комбіновані котли типу Alfa Laval OS. Особливість їх конструкції полягає у використанні теплопередавальних поверхонь зі змінною висотою голчастого оребрення, що дозволяє підтримувати сталість числа Reynolds за зменшення швидкості газового потоку та підвищувати інтенсивність теплообміну.

Метою роботи є скорегування існуючих літературних залежностей для визначення тепловіддачі при зовнішньому обтіканні труб з голчастим оребренням, що застосовуються у котлах Alfa Laval OS, з урахуванням конструктивних особливостей їх теплопередавальних поверхонь, з метою забезпечення точності повірочних розрахунків та підвищення ефективності експлуатації котельних установок.

Основний зміст роботи. Контейнерні перевезення займають особливе місце у сучасному морському транспортному флоті. Порівняно висока швидкість контейнеровозів та проведення вантажних операцій обумовлюють комплектацію енергетичних установок таких суден.

Класифікація контейнеровозів достатньо велика, але її умовно можна поділити на дві частини – енергетичні установки у яких використовують та не використовують глибоку утилізацію теплоти суднових дизельних двигунів.

Згідно даних [1], використання глибокої утилізації теплоти економічно доречно при потужностях головної енергетичної установки більше 27 МВт, але на практиці це більше 45...50 МВт, використовуючи для цього утилізаційні котли двох тисків.

В установках меншої потужності у складі допоміжних котельних установок частіше за все використовуються комбіновані котли, зокрема Alfa Laval OS [2].

Alfa Laval OS це вертикальний циліндричний котел (рис. 1а), який містить утилізаційну секцію, що складається з прямих димогарних труб, в той час коли конвективна частина паливної секції містить труби, оребрені голчастим оребренням (рис. 1.б, в).

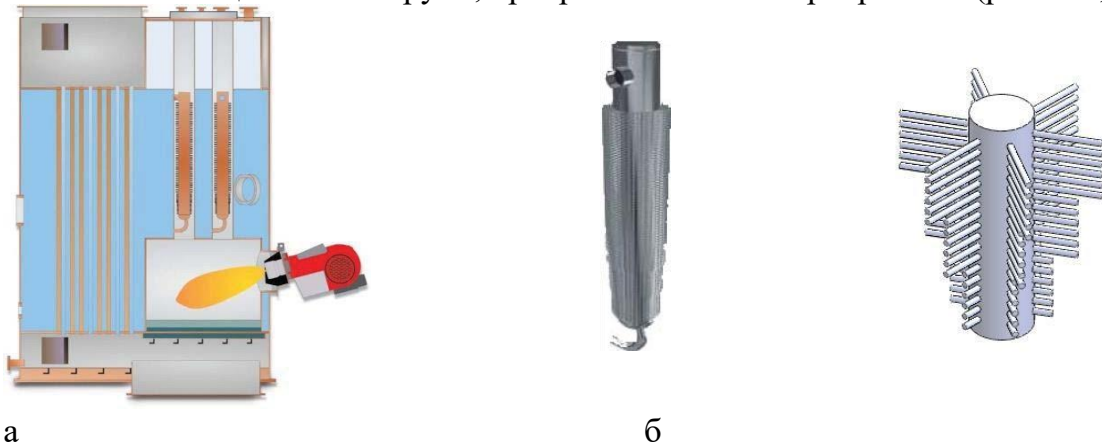


Рисунок 1. Котел Alfa Laval OS : а – загальний вигляд, б – інтегрований трубчастий елемент, в – елемент теплообмінної поверхні з голчастим оребреннями

Особливістю теплопередавальної поверхні таких котлів є різна висота оребрення по висоті поверхні. Цим вочевидь, досягається сталість числа Re при зниженні швидкості руху газів по каналу, інтенсифікуючи таким чином тепловіддачу, за рахунок збільшення площини теплообмінної поверхні.

Для вирішення задач технічного використання і технічного обслуговування всієї енергетичної установки, та зокрема допоміжної котельної установки, персонал повинен виконувати ряд цілеспрямованих дій, операцій різного рівня складності. В основі організації технічного використання та обслуговування лежить інформація о технічному стані, який характеризується багатьма параметрами, що підлягають контролю. Безпосередньо ця інформація є вихідною для виконання повірочних розрахунків елементів енергетичної установки.

Складністю проведення повірочних розрахунків котлів Alfa Laval ОС є обмеженість щодо критеріальних залежностей для розрахунків коефіцієнту тепловіддачі від потоку газів до стінки.

З доступних літературних джерел можливе використання даних роботи [3] де для розрахунку тепловіддачі голчастих ребер рекомендована залежність

$$Nu = 0,2Re^{0,6} Pr^{0,4},$$

де була досліджена труба з наступними розмірами: діаметр несучої труби $d = 0,032$ м; висота ребер $h_p = 0,02$ м; діаметр ребер $d_{ш} = 0,005$ м.

Але, зважаючи на те, що для зазначеної залежності були досліджені прямі ребра постійної висоти, означена залежність потребує уточнення для виконання повірочних розрахунків і забезпечення ефективної тривалої роботи котла при його експлуатації.

Таким чином, метою роботи представленого дослідження було корегування наявних літературних залежностей для розрахунку тепловіддачі при обтіканні труб з голчастим оребренням з врахуванням особливостей теплопередавальної поверхні котлів Aalborg ОС. Предмет дослідження – процеси руху і тепловіддачі при зовнішньому обтіканні оребрених поверхонь теплопередачі, а об'єкт – показники цих процесів.

Досягнення поставленої мети виконане шляхом математичного моделювання процесів руху і тепловіддачі на базі фундаментальних рівнянь гідродинаміки і теплообміну: нерозривності, збереження кількості руху, енергії, законів Ньютона, Закон Фур'є та Менделєєва-Клапейрона.

Розв'язання математичної моделі виконане з використанням методу контрольного об'єму [4], що передбачає дискретизацію розрахункової області шляхом побудови розрахункової сітки; інтегрування системи диференціальних рівнянь в контрольних об'ємах для отримання алгебраїчних рівнянь; лінеаризацію дискретизованих рівнянь і розв'язання отриманих систем лінійних рівнянь.

В результаті скорегована залежність для розрахунку тепловіддачі від потоку газів має вигляд:

$$Nu = 0,254Re^{0,617} Pr^{0,41}.$$

Таким чином, це дозволить виконувати більш уточнені повірочні розрахунки котлів з поверхнею теплообміну, аналогічною котлам Alfa Laval ОС для їх тривалої ефективної експлуатації, а також енергетичної установки у цілому.

Література

1. Waste Heat Recovery System (WHRS) for Reduction of Fuel Consumption, Emissions and EEDI Режим доступ

<https://mandieselturbo.com/docs/librariesprovider6/technical-papers/waste-heat-recoverysystem.pdf>

2. Significant Ships, (2015-2020). The Royal Institution of Naval Architects Режим доступ https://www.rina.org.uk/Significant_Ships_2020.html