

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Таврійський державний агротехнологічний університет**  
**імені Дмитра Моторного**

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE**  
**Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University**

**МАТЕРІАЛИ V Міжнародної науково-практичної**  
**інтернет-конференції**  
**Розвиток сучасної науки та освіти:**  
**реалії, проблеми якості, інновації**

**MATERIALS of the V International Scientific and**  
**Practical Internet Conference**  
**The development of modern science and education:**  
**realities, problems of quality, innovations**

**29-31 травня 2024**  
**May 29-31, 2024**

## **МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного  
Інститут професійної освіти НАПН України  
Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова НАН України  
Федеральний інститут професійної освіти (ФРН)  
Вища технічна школа в Катовіце (Польща)  
Люблінська політехніка (Польща)  
Європейський інститут безперервної освіти (Словацька Республіка)  
Технічний університет Дортмунда (ФРН)  
ЗАТ «Національний центр ядерних досліджень» Міністерства транспорту, зв'язку  
та високих технологій Азербайджанської республіки  
(Азербайджанська Республіка)  
Маріямпольська колегія (Литва)

## **РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ НАУКИ ТА ОСВІТИ: РЕАЛІЇ, ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ, ІННОВАЦІЇ**

### **МАТЕРІАЛИ**

## **V МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

*29-31 травня 2024 року*

**Запоріжжя – 2024**

УДК [001+37]: 001.895] (043.2)  
Т13

**Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації:**  
матеріали V Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (м. Запоріжжя, 29-31 травня  
2024 р.) / ТДАТУ; за наук. ред. С. В. Кюрчев, В. О. Радкевич, В. М. Кюрчев та ін.  
Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. 576 с.

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Таврійського державного агротехнологічного  
університету імені Дмитра Моторного  
(протокол №10 від 28.05.2024 р.)

Збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції  
«Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації» вміщує  
результати наукових досліджень науковців, наукових співробітників, викладачів,  
здобувачів різних рівнів вищої освіти, вчителів з актуальних проблем гуманітарних,  
природничо-математичних і технічних наук. Напрямки роботи конференції:  
актуальні питання та проблеми фізико-математичних наук; інновації та  
закономірності розвитку технічних наук; перспективні напрями наукових досліджень  
з біосистемної агроінженерії, агротехнологій та агроекології; реалізація STEM-  
освіти: стан, шляхи та перспективи; використання інноваційних технологій в  
освітньому процесі в умовах сучасних викликів.

**Редакційна колегія:**

**Кюрчев С. В.** – доктор технічних наук, професор;

**Радкевич В. О.** – доктор педагогічних наук, професор, дійсний член (академік)  
НАПН України;

**Кюрчев В. М.** – доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії  
України в галузі науки і техніки, член-кореспондент НААН України, Заслужений  
працівник освіти України;

**Кідалов В. В.** – доктор фізико-математичних наук, професор, Заслужений діяч  
науки і техніки України;

**Тітова О. А.** – доктор педагогічних наук, професор;

**Дьоміна Н. А.** – кандидат технічних наук, доцент;

**Дяденчук А. Ф.** – кандидат технічних наук, доцент.

Відповідальність за грамотність, автентичність цитат, достовірність фактів і  
посилань, зміст тез несуть автори публікацій. Матеріали видані в авторській редакції.

## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ 1. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ПРОБЛЕМИ ФІЗИКО- МАТЕМАТИЧНИХ НАУК

<b>Микола Шут, Тарас Січка, Людмила Благодаренко.</b> Впровадження результатів досліджень властивостей полімерних композитів в освітній процес з фізики..... .....	13
<b>Олексій Капустян, Юлія Федоренко, Дмитро Безущак.</b> Граничні множини імпульсних нескінченновимірних динамічних систем.....	20
<b>Олександр Станжицький, Вікторія Цань.</b> Дослідження дисипативності систем динамічних рівнянь на часових шкалах з малою функцією зернистості..... .....	24
<b>Ніна Касімова.</b> Розв'язність задачі оптимального керування в коефіцієнтах для нелінійної виродженої параболічної варіаційної нерівності (Solvability Issue for Optimal Control Problem in Coefficients for Non-Linear Degenerate Parabolic Inequality) ..... .....	29
<b>Фарход Асроров, Олег Перегуда.</b> Інтегральні множини розривних динамічних систем..... .....	33
<b>Віктор Сорич, Ніна Сорич.</b> Нові можливості знаходження верхніх меж найкращих наближень..... .....	38
<b>Кирило Бондаренко, Ольга Кічмаренко.</b> Наближений розв'язок задачі оптимального керування для рівняння з похідною хукухари зі швидкоколивними коефіцієнтами на скінченному інтервалі.....	43
<b>Grygoriy Petryna, Andrii Stanzhytskyi.</b> On the Approximation of Stochastic Systems with Delay..... .....	49
<b>Оксана Федунік -Яремчук.</b> Колмогоровські поперечники класів	51

періодичних функцій багатьох змінних у просторі.....	
<b>Elena Shornikova.</b> Magnetooptics of colloidal nanocrystals.....	56
.....	
<b>Олена Дереза.</b> Розробка керуючої програми обробки деталі «підстава».....	57
<b>Данііл Вічорський.</b> Сплайн інтерлінація та її місце в сучасному науковому просторі.....	63
.....	
<b>Олександр Рапчинський.</b> Математичні моделі протікання та лікування онкологічних хвороб.....	66

## СЕКЦІЯ 2.

### ІННОВАЦІЇ ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНИХ НАУК

<b>Chichek Abbasova, Юрій Бачеріков, Ольга Охріменко, Валерій Кідалов, Володимир Батурін, Олександр Карпенко, Альона Дяденчук, Олександр Коломис, Віктор Стрельчук, Зоя Максименко, Валентина Пономаренко.</b> Формування плівок ZnO на підкладках SiC/porous-Si/Si....	73
<b>Микола М. Ткачук, Олена Зінченко, Андрій Грабовський, Володимир Сєриков, Микола А. Ткачук, Наталя Дьоміна, Ірина Гречка.</b> Варіаційні постановки задачі про контактну взаємодію тіл близької форми.....	79
...	
<b>Євген Гавриленко.</b> Використання системи MASTERCAM при створенні програмного забезпечення токарних верстатів з ЧПУ для виконання допоміжних технологічних операцій.....	84
<b>Альона Дяденчук, Сергій Носань.</b> Моделювання та оптимізація сонячних елементів CdS/CdTe з одношаровими антивідбивними покриттями.....	92
..	

<b>Олександр Вершков, Олександр Мацулевич, Олена Дереза.</b> Загальні налаштування системи MASTERCAM для виконання завдань з розробки управляючих програм токарної обробки валів.....	98
.....	
<b>Олена Дереза.</b> Розробка керуючої програми обробки деталі типу тіла обертання.....	104
<b>Галина Антонова, Олена Михайленко, Андрій Чаплінський.</b> Методика розробки програмного забезпечення виконання різьбонарізних операцій в системі MASTERCAM з розробкою постпроцесора для верстата з ЧПУ.....	110
.....	
<b>Олександр Романюк, Євген Завальнюк.</b> Метод зворотного трасування промені	
В.....	119
<b>Валерій Кравченко.</b> Моделювання системи варіантів використання ПК автоматизації проектування клинопасових передач.....	125
<b>Валерій Кравченко, Данило Решевський.</b> Моделювання системи аналізу зображень з використанням нейронних мереж.....	129
.....	
<b>Олександр Вовк, Сергій Квітка.</b> Збереження роботоздатності трифазних асинхронних двигунів при обриві фази джерела живлення.....	133
<b>Людмила Нечволода, Катерина Крикуненко, Микита Багач.</b> Технічний аналіз фінансових ринків з використанням бібліотеки TA-LIB (technical analysis library)	
.....	139
<b>Сергій Квітка, Олександр Вовк.</b> Пристрій захисту групи асинхронних двигунів від теплових перевантажень.....	143
<b>Наталія Євтушенко, Наталія Твердохлєбова.</b> Інноваційні освітні технології системи професійної інженерної освіти.....	148

<b>Тетяна Воробкало, Олексій Воробкало.</b> Моделювання радіотехнічних сигналів та процесів в часовій області в програмі MATHCAD .....	152
<b>Наталія Кондрат'єва, Вікторія Леонт'єва, Карина Мажай, Геннадій Усатенко, Антон Гусєв.</b> Інструменти візуалізації систем даних складної системи.....	156
<b>Вікторія Леонт'єва, Наталія Кондрат'єва, Василь Свириденко, Геннадій Касапов, Денис Лаур.</b> Розробка веб-сайту на основі фреймворка Laravel для створення форми реєстрації на уявну конференцію.....	166
...	
<b>Юлія Олейникова.</b> Керування маркетинговою діяльністю транспортного підприємства в процесі інноваційного розвитку.....	173

**СЕКЦІЯ 3.  
ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З  
БІОСИСТЕМНОЇ АГРОІНЖЕНЕРІЇ, АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА  
АГРОЕКОЛОГІЇ**

<b>Svitlana Tsekhmistrenko, Volodymyr Bityutskyu, Yuliia Melnychenko, Olga Shulko.</b> Harnessing the potential of nanoparticles for innovative green nanotechnologies in agroecology.....	176
.....	
<b>Микола Данченко, Данііл Майборода, Олена Данченко.</b> Онтогенетичні особливості вмісту фенольних сполук у вівсі посівному....	181
<b>Олександр Мацулевич, Галина Антонова.</b> Автоматизація процесу проектування робочих поверхонь кулачків верстатів деревопереробної промисловості.....	186
.....	
<b>Олександр Мацулевич, Ілля Тетервак.</b> Застосування системи TECHNOLOGI CS для проектування автоматизованої системи ведення технічної документації на підприємстві сільськогосподарського машинобудування.....	192
..	
<b>Олександр Вершков, Галина Антонова.</b> Автоматизована система проектування технологічного оснащення для виготовлення вузлів та агрегатів сільськогосподарських машин.....	199

**СЕКЦІЯ 4.  
РЕАЛІЗАЦІЯ STEM-ОСВІТИ: СТАН, ШЛЯХИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

<b>Регіна Андрюкайтене, Каріна Олексенко, Альона Дяденчук.</b> Інтеграція штучного інтелекту в освітній процес: переваги та етичні аспекти.....	206
<b>Ольга Гулай, Микола Матич.</b> Можливості використання CHATGPT і GEMINI в освітньому процесі.....	211
<b>Володимир Кувачов, Анастасія Коноваленко.</b> 10 етапів дистанційного забезпечення процесу технічної творчості здобувачів вищої освіти з	216



використання інструментів STEM..... .....	
<b>Віталій Ачкач, Юліана Савкіна.</b> Дослідницька діяльність старшокласників на уроках математики під час війни..... .....	222
<b>Наталя Дьоміна, Василь Кравець.</b> Спрямованість навчання в контексті STEM-освіти..... .....	227
<b>Сергій Сімченко, Світлана Морозова, Ілона Сімченко, Станіслав Капінус.</b> Використання великих мовних моделей в освіті та дослідницькій діяльності..... .....	231
<b>Марина Грисенко, Дар'я Іванова.</b> Впровадження STEM-проектів у вивченні математики: вплив на досягнення учнів..... .....	237
<b>Наталія Кочаток, Олена Шамралюк.</b> STEM-підхід у підготовці кваліфікованих робітників..... .....	240
<b>Альона Дяденчук.</b> Використання Microsoft Excel у підтримці процесу викладання фізики для здобувачів вищої освіти..... .....	245
<b>Олександр Мацулевич, Олена Михайленко.</b> Комплексний метод визначення характеристики кольору по кольоровому контрасту при вивченні курсу «Графічний дизайн»..... .....	250
<b>Назар Третяк.</b> Застосування технології віддалених робочих столів в навчальному процесі..... .....	255
<b>Ольга Зінов'єва.</b> Використання сучасних геоінформаційних систем в професійній підготовці здобувачів вищої освіти..... .....	261
<b>Лариса Шинкура.</b> Перспективи використання штучного інтелекту для покращення викладання математики у фаховому коледжі.....	265
<b>Лариса Карпенко.</b> Використання QR кодів при викладанні математики	269

в закладах фахової передвищої освіти.....	
.....	
<b>Денис Шалатов.</b> Розвиток продуктивного мислення із застосуванням фокус-прикладу з фізики.....	275
<b>Ігор Жабровець.</b> Основні тенденції впровадження концепції STEM у освітньому процесі.....	280
.....	
<b>Данило Гончаров.</b> Штучний інтелект в освіті.....	284
.....	
<b>Дар'я Кузнєцова.</b> Реалізація дидактичного принципу виховання здорової особистості на уроках математики.....	287
.....	

## СЕКЦІЯ 5.

### ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ

<b>Валентина Радкевич.</b> Технологічні аспекти розвитку професійної освіти в повоєнний період.....	29
.....	2
<b>Людмила Благодаренко, Сергій Василенко.</b> Використання методів візуалізації в освітньому процесі з фізики як чинник підвищення рівня засвоєння знань.....	29
.....	8
<b>Олександр Радкевич.</b> Перспективи інтеграції штучного інтелекту в процеси оцінювання професійної діяльності педагогів.....	30
.....	3
<b>Олена Тітова.</b> Удосконалення інклюзивної компетентності викладача фахового коледжу в умовах сучасних викликів.....	30
.....	9
<b>Валентина Попова.</b> Соціальний ефект інноваційних технологій у освітньому процесі: вимірювання та оцінювання.....	31
.....	5
<b>Микола Пригодій.</b> Психолого-педагогічні проблеми використання.....	32

цифрових освітніх платформ.....	2
<b>Андрій Гуржій, Микола Пригодій.</b> Аналіз ринку віртуальних навчальних лабораторій.....	32
.....	7
<b>Олена Тітова.</b> Інноваційність професійного діяльності педагога: аналіз зарубіжного досвіду	33
.....	2
<b>Людмила Єршова.</b> Особливості соціогуманітарної підготовки майбутніх фахівців для повоєнного відновлення України.....	33
.....	8
<b>Вікторія Кручек.</b> Вплив змішаного навчання на мотивацію здобувачів освіти	34
.....	4
<b>Андрій Каленський.</b> Сучасні педагогічні технології в освітньому процесі екологічної підготовки фахівців аграрної галузі.....	35
.....	0
<b>Віталій Ачкан, Ольга Лихацька.</b> Засоби формування мовленнєвої компетентності старшокласників на уроках математики....	35
.....	5
<b>Анна Остапенко.</b> Характеристики програм самоосвіти для викладачів науково-технічної освіти.....	36
.....	0
<b>Ірина Мося, Петро Лузан.</b> Технологія оцінювання якості підготовки фахівців у коледжах аграрного профілю.....	36
.....	5
<b>Михайло Повідайчик, Оксана Повідайчик.</b> Організація навчання через дослідження в процесі професійної підготовки майбутніх вчителів математики.....	37
.....	0
<b>Оксана Лапа.</b> Розвиток професійних навичок практичного психолога закладу професійної (професійно-технічної) освіти у воєнний час	37
.....	6

<b>Наталія Євтушенко, Ольга Пономаренко, Ольга Сухенко.</b> Application of Digital Technologies in Activity Educational Institutions of Higher Technical Education.....	38
.....	0
<b>Юлія Холодняк.</b> Інформаційні системи та технології в освіті: сучасні тренди та виклики.....	38
.....	4
<b>Олександр Гуменний.</b> Інтеграція інноваційних технологій у навчання токарів: застосування цифрової навчальної платформи.....	38
.....	9
<b>Тетяна Пятничук.</b> Особливості використання кейс-методу у професійній підготовці будівельників.....	39
.....	3
<b>Олександр Мацулевич.</b> До питань обмеження вільного доступу до інформаційних ресурсів при виконанні лабораторних робіт з комп'ютерних дисциплін.....	39
...	7
<b>Наталія Твердохлєбова, Наталія Євтушенко.</b> Використання інструментів цифровізації при підготовці фахівців галузі «Охорона праці».....	40
.....	2
<b>Ольга Швай.</b> Дуальна освіта як ефективна форма підвищення якості підготовки майбутніх вчителів математики.....	40
.....	6
<b>Олександр Вершков, Олена Дереза.</b> Актуальні проблеми сучасного виховання студентської молоді.....	41
.....	0
<b>Олександр Мацулевич.</b> Підготовка фахівців з розробки та впровадження автоматизованих систем проектування.....	41
.....	6
<b>Інна Гриценюк.</b> Механізми зворотного зв'язку в консультуванні здобувачів професійної освіти з питань молодіжного підприємництва.....	42
.....	2
<b>Валерій Кравченко.</b> Моделювання системи оцінки якості самостійної роботи студентів професії комп'ютерні науки в умовах сучасних	42
.....	8

викликів.....	
.....	
<b>Тетяна Поведа, Руслан Поведа.</b> Колоквіум як інтерактивна форма вивчення навчальних фахових дисциплін в умовах підготовки майбутнього вчителя фізики.....	43
.....	5
<b>Ольга Єршова.</b> M-LEARNING як інструмент онлайн освіти: проблеми та можливості для України.....	44
.....	1
<b>Микола-Олег Єршов.</b> Дошкільна ІТ-освіта в цифровій гуманістичній педагогіці ХХІ століття.....	44
.....	6
<b>Наталія Ваніна.</b> Інновації як чинник соціально-економічної ефективності консультування з молодіжного підприємництва.....	45
.....	2
<b>Оксана Субіна.</b> Моніторинг якості змішаного навчання в системі професійної освіти.....	45
.....	8
<b>Олена Пшенична, Геннадій Циммерман, Максим Шпак.</b> До питання коригування складових підготовки майбутніх вчителів інформатики відповідно до викликів сьогодення.....	46
.....	4
<b>Андрій Сабо.</b> Можливі шляхи підвищення долі процедурної складової в інженерній освіті.....	47
.....	1
<b>Андрій Сабо, Сільвія Сабо.</b> Використання інструктивних карток у дистанційному навчанні.....	47
.....	7
<b>Валерій Байдулін.</b> Актуальні питання інформатизації кар'єрного зростання майбутніх спеціалістів та молодих підприємців.....	48
.....	2
<b>Дар'я Вороніна-Пригодій.</b> Підготовки педагогів професійного навчання до використання соціальних медіа.....	48
.....	7

<b>Костянтин Васишин, Ольга Митцева.</b> Математичне моделювання у освітніх програмах студентоцентрованого навчання в Україні.....	49 3
<b>Олександр Макаренко, Тетяна Несторенко, Олександр Несторенко.</b> Сценарії релокації університетів з прифронтових територій в умовах воєнного стану.....	49 9
<b>Алла Ільєнко, Єва Проніна.</b> Внутрішньо-корпоративні комунікації в організації та заходи щодо їх покращення.....	50 4
<b>Ольга Чабаненко.</b> Супервізія як метод професійного зростання педагога.....	50 9
<b>Руслан Шевченко.</b> Інформаційне моделювання як засіб розвитку пізнавальної активності учнів.....	51 3
<b>Сергій Кулешов.</b> Virtual Laboratories in the Process of it Bachelors Training.....	51 8
<b>Данило Сиволап.</b> Сутність професійної культури керівників структурних підрозділів підприємств поштового зв'язку.....	52 2
<b>Кирило Колесников.</b> Використання інформаційних технологій у майбутніх фахівців фізичної культури і спорту до фізкультурно-спортивної реабілітації засобами фітнес-технологій.....	52 8
<b>Ксенія Яцина.</b> Роль куратора у формуванні професійно-ціннісних орієнтацій майбутніх агротехніків.....	53 5
<b>Валентин Гайчук.</b> Інформаційні технології в процесі формування готовності до комунікативної взаємодії майбутніх графічних дизайнерів....	53 8
<b>Антон Лавошник.</b> Аналіз методик формування підприємницької компетентності у слухачів курсів підвищення кваліфікації в центрах	54 3

зайнятості.....	
...	
<b>Юлія Єршова.</b> Соціогуманітарна складова вищої освіти в Україні.....	54 8
<b>Анастасія Слободянік.</b> Стартап-ініціатива зі створення інклюзивних технологічних рішень в умовах сучасних викликів.....	55 3
.....	
<b>Ярослав Мілька.</b> Цифрова гуманітаристика: використання технологій у дослідженні та збереженні культурної спадщини.....	55 8
.....	
<b>Марина Ніколаєнко.</b> Просування творчості студентів у Інстаграмі як складник бренду закладу вищої освіти.....	56 2
.....	
<b>Максим Різник.</b> Використання проєктів як ефективного підходу до викладання інформатики.....	56 7
<b>Іван Лут.</b> Мережа «Інстаграм» як засіб формування і просування екокультури.....	57 0
.....	

УДК 621.313.3.025.3-78

**Олександр Вовк**, кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри електротехніки і  
електромеханіки імені професора В.В. Овчарова,  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна  
**Сергій Квітка**, кандидат технічних наук, доцент,  
завідувач кафедри електротехніки і  
електромеханіки імені професора В.В. Овчарова,  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна

## **ЗБЕРЕЖЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ ТРИФАЗНИХ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ПРИ ОБРИВІ ФАЗИ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ**

**Анотація.** На сьогодні одним з поширених аварійних режимів роботи асинхронних двигунів є неповнофазне живлення. Існуючі пристрої захисту дозволяють лише відключати електродвигуни від мережі у разі виникнення такого режиму. Це дозволяє зберігати справність електродвигунів, але призводить до матеріальних збитків у зв'язку із раптовими перериваннями технологічних процесів. Авторами запропоноване схемне рішення пристрою, який дозволяє працювати асинхронним двигунам при обриві фази живлення за умови їх неповного навантаження.

**Ключові слова:** асинхронний двигун, обрив фази живлення, пристрій захисту, збереження роботоздатності.

**Abstract.** Today, one of the common emergency modes of operation of asynchronous motors is incomplete phase power supply. Existing protection devices only allow to disconnect electric motors from the network in case of such a situation. This allows maintaining the serviceability of electric motors, but leads to material losses due to sudden interruptions of technological processes. The authors proposed a schematic solution of the device, which allows asynchronous motors to work when the power supply phase is interrupted, provided that they are not fully loaded.

**Key words:** asynchronous motor, interruption of the power supply phase, protection device, preservation of operability.

Приводними агрегатами більшості машин і механізмів є асинхронні двигуни. Вони становлять близько 70 % від електричних машин, що задіяні у різноманітних технологічних процесах. Таке розповсюдження зазначені електродвигуни дістали внаслідок високої конструкційної надійності і порівняно



незначної вартості виготовлення і монтажу [1]. Не зважаючи на це, дані статистики свідчать, що в середньому на європейських підприємствах щорічні відмови асинхронних двигунів становлять близько 4 % від їх парку. Для відновлення цих електродвигунів витрачається до 8 % обігових коштів без урахування додаткових витрат, пов'язаних із раптовою зупинкою процесів виробництва продукції [2]. Однією з причин виходу з ладу асинхронних двигунів є незадовільна якість живлення: провали напруги, її несиметрія тощо. Крайнім випадком несиметрії напруги є неповнофазне живлення, яке виникає у близько 40 % випадків несправностей низьковольтних електричних мереж [3].

На даний час дослідження у напрямку захисту асинхронних двигунів від неповнофазного живлення спрямовані на розробку пристроїв відключення електродвигунів у випадку виникнення такого аварійного режиму роботи. Це дозволяє зберігати їх справність, але призводить до матеріальних витрат, пов'язаних з раптовою зупинкою технологічних процесів. Тому авторами було запропоновано схемне рішення пристрою, який дозволяє працювати асинхронним двигунам при обриві фази живлення за умови їх неповного навантаження [4]. Його блок-схема наведена на рис. 1.

Рис. 1. Блок-схема пристрою збереження роботоздатності трифазних асинхронних двигунів при обриві фази джерела живлення

Пристрій (рис. 1) складається з блоку вимірювання живлячої напруги 1, приєднаного до лінійних живлячих проводів, блоку комутації 2, приєднаного до одного з лінійних живлячих проводів та до нульового провідника, блоку фазозміщення 3, приєднаного до лінійних живлячих проводів, блоку сигналізації 4, приєднаного до одного з лінійних живлячих проводів та до нульового провідника, блоку захисту від перевантажень 5, включеного у лінійні живлячі проводи, трифазного асинхронного електродвигуна 6, який через блок керування 7 отримує живлення від джерела трифазної напруги 8. Принципова електрична схема пристрою наведена на рис. 2.

Пристрій працює наступним чином. Для запуску електродвигуна 6 натискають кнопку SB1.2, внаслідок чого котушка магнітного пускача КМ1 отримує живлення від джерела трифазної напруги 8 і магнітний пускач спрацьовує, замикаючи силові контакти КМ1 в колі електродвигуна 6 і блокуючий контакт КМ1.1.

Внаслідок цього електродвигун 6 отримує живлення від джерела трифазної напруги 8 і починає працювати. Для зупинки електродвигуна 6 натискають кнопку SB1.1, внаслідок чого котушка магнітного пускача КМ1 втрачає живлення і магнітний пускач відключається. Це призводить до того, що його силові контакти КМ1 в колі електродвигуна 6 розмикаються, він втрачає живлення і зупиняється.

При роботі трифазного асинхронного двигуна 6 збереження його роботоздатності при обриві однієї з фаз джерела трифазної напруги 8 здійснюється наступним чином. Якщо фази джерела трифазної напруги 8 цілісні (тобто не мають обриву), то у силових резисторах R1, R2, R3 протікають електричні струми, які пропорційні струмам електродвигуна 6, і на затискачах силових резисторів R1, R2, R3 встановлюється певна напруга, достатня для спрацьовування проміжних реле KV1, KV2, KV3. Внаслідок цього котушки цих реле отримують живлення і їх розмикаючі контакти KV1.1, KV2.1, KV3.1 у колах котушок КМ2, КМ3, КМ4 однополюсних контакторів розмикаються. Це

призводить до того, що замикаючі контакти КМ2.1, КМ3.1, КМ4.1 цих контакторів у колах конденсаторів С1, С2, С3 розмикаються і електродвигун 6 працює в нормальному режимі без включення блоку фазозміщення 3.

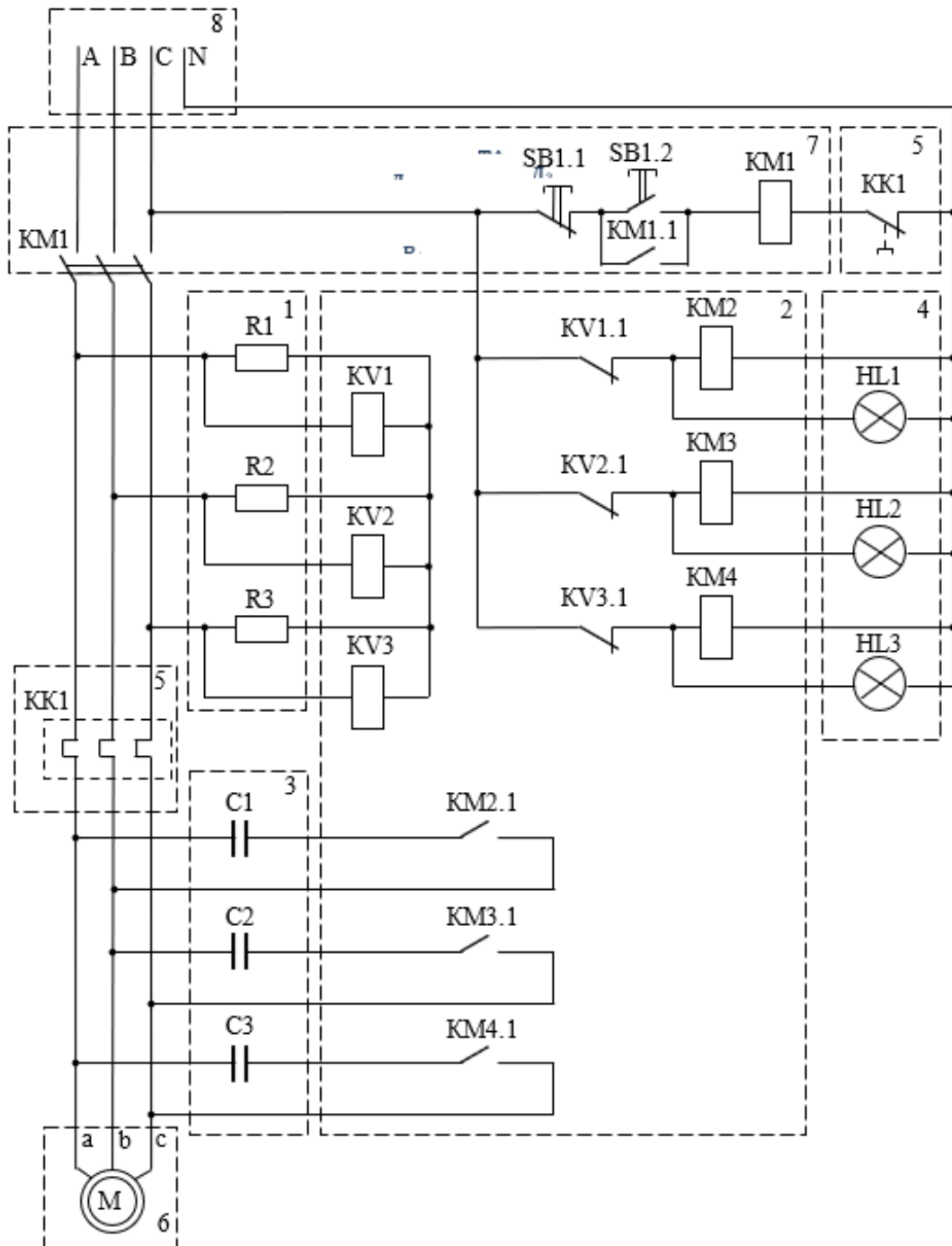


Рис. 2. Принципова електрична схема пристрою збереження роботоздатності трифазних асинхронних двигунів при обриві фази джерела живлення

При обриві фази «А» джерела трифазної напруги 8 електричний струм у силовому резисторі R1 зникає, напруга на затискачах цього резистору теж зникає,

внаслідок чого котушка KV1 проміжного реле втрачає живлення. Розмикаючий контакт KV1.1 цього реле замикається, приводячи до того, що котушка KM2 однополюсного контактора отримує живлення. Контактор спрацьовує і замикає свій замикаючий контакт KM2.1 у колі конденсатора C1, який підключається між затискачами «а» і «b» електродвигуна 6. Внаслідок цього на затискачах послідовно включених обмоток фаз «а» і «b» електродвигуна 6 починає діяти напруга, зсунена за фазою на  $90^\circ$  по відношенню до напруги на фазі «с» електродвигуна 6. Це призводить до того, що струми у цих обмотках теж зсунені за фазою на  $90^\circ$  по відношенню один до одного, обумовлюючи створення обертового магнітного поля в електродвигуні 6, внаслідок чого він продовжує свою роботу. Одночасно з цим загоряється сигнальна лампа HL1, сповіщаючи обслуговуючий персонал про обрив фази «А» джерела трифазної напруги 8. При обриві фаз «В» або «С» джерела трифазної напруги пристрій працює аналогічно.

При обриві будь-якої фази джерела трифазної напруги 8 електродвигун продовжує свою роботу, але при номінальному споживаному струмі його потужність на валу буде складати 75 – 80 % від номінальної. Якщо навантаження на валу електродвигуна 6 при обриві фази джерела буде більшим за 75 – 80 % номінального, то його відключить теплове реле КК1 з витримкою часу.

Таким чином, пристрій дозволяє зберігати роботоздатність трифазного асинхронного двигуна при обриві фази трифазного джерела живлення, що надає змогу завершити виконання певної технологічної операції та усунути обрив фази джерела у технологічну паузу.

### Список використаних джерел

1. Вовк О. Ю., Квітка С. О. Періодичний контроль функціонального стану асинхронних електродвигунів за енергетичними показниками. *Праці ТДАТУ*. 2020. Вип. 20 (4). С.115-125.
2. Ferreira F. J. T. E., Baoming G., de Almeida A.T. Reliability and Operation of High-Efficiency Induction Motors. *IEEE Trans. Ind. Appl.* 2016. V. 52 (6). P. 4628-4637.

3. Sheikh M. A., Bakhsh S. T., Irfan M. [et al.]. A Review to Diagnose Faults Related to Three-Phase Industrial Induction Motors. *J Fail. Anal. and Preven.* 2022. V. 22. P. 1546–1557.

4. Пристрій збереження роботоздатності трифазних асинхронних електродвигунів при обриві фази джерела живлення: пат. 146671, Україна: МПК Н 02 Н 7/08; заяв. 22.09.2020; опубл. 10.03.2021, Бюл. № 10.

**Наукове видання**

**МАТЕРІАЛИ**

**V МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

**РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ НАУКИ ТА ОСВІТИ:  
РЕАЛІЇ, ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ, ІННОВАЦІЇ**

**(м. Запоріжжя, 29-31 травня 2024 р.)**

Відповідальний за випуск: Н. А. Дьоміна  
Дизайн і верстка: А. Ф. Дяденчук, А. А. Іванченко

Адреси для листування:  
69006, Україна, Запорізька обл., м. Запоріжжя, пр. Соборний, 226  
E-mail: [vmf@tsatu.edu.ua](mailto:vmf@tsatu.edu.ua)  
Сайт конференції: <https://sites.google.com/tsatu.edu.ua/mvfconf>