



THE ISSUE CONTAINS:

Proceedings of the 8th
International Scientific
and Practical Conference

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC
DISCUSSION: PROBLEMS,
TASKS AND PROSPECTS**

Brighton, United Kingdom
19-20.05.2024

SCIENTIFIC COLLECTION
INTERCONF+

No 45 (201)
May, 2024



Scientific Collection «InterConf+ »

No 45(201)

May, 2024

THE ISSUE CONTAINS:

Proceedings of the 8th International
Scientific and Practical Conference

INTERNATIONAL SCIENTIFIC
DISCUSSION: PROBLEMS,
TASKS AND PROSPECTS

BRIGHTON, UNITED KINGDOM
May 19–20, 2024



BRIGHTON
2024

UDC 001.1

S 40 *Scientific Collection «InterConf+»*, 45(201): with the Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference «International Scientific Discussion: Problems, Tasks and Prospects» (May 19-20, 2024; Brighton, United Kingdom) / comp. by LLC SPC «InterConf». Brighton: A.C.M. Webb Publishing Co Ltd., 2024. 678 p.

ISSN 2709-4685

DOI 10.51582/interconf.19-20.05.2024

EDITOR

Anna Svoboda

Doctoral student
University of Economics;
Czech Republic
annasvobodaprague@yahoo.com

COORDINATOR

Mariia Granko

Coordination Director
LLC Scientific Publishing Center
«InterConf»; Ukraine
info@interconf.center

EDITORIAL BOARD

Temur Narbaev (DSc in Medicine)
Tashkent Pediatric Medical Institute,
Republic of Uzbekistan;
temurl972@inbox.ru

Nataliia Mykhalitska (PhD
in Public Administration)
Lviv State University of
Internal Affairs; Ukraine

Dan Goltzman (Doctoral student)
Riga Stradiņš University;
Republic of Latvia;
goltzman.dan@inbox.lv

Katherine Richard (DSc in Law),
Hasselt University; Kingdom of Belgium
katherine.richard@protonmail.com;

Bashirov Ansar (Doctor of Medicine),
EMIH of Almaty region,
Republic of Kazakhstan

Stanyslav Novak (DSc in Engineering)
University of Warsaw; Poland
novaks657@gmail.com;

Kanako Tanaka (PhD in Engineering),
Japan Science and Technology
Agency; Japan;

Mark Alexandr Wagner (DSc. in Psychology)
University of Vienna; Austria
mw6002832@gmail.com;

Davit Tchiotashvili (Doctor of Economics),
Gori State University, Georgia;

Richard Brouillet (LL.B.),
University of Ottawa; Canada;

Kamilə Əliağa qızı Əliyeva (DSc
in Biology)
Baku State University; Republic of Azerbaijan

Dmytro Marchenko (PhD in Engineering)
Mykolayiv National Agrarian University
(MNAU); Ukraine;

Svitlana Lykholat (PhD in Economics),
Lviv Polytechnic National University; Ukraine

Viktor Yanchenko (PhD in Pharm. Sc.),
T.H. Shevchenko National University
«Chernihiv Colehium»; Ukraine

Rakhmonov Aziz Bositovich (PhD in Pedagogy)
Uzbek State University of World Languages;
Republic of Uzbekistan;

Mariana Vereskliia (PhD in Pedagogy)
Lviv State University of Internal Affairs;
Ukraine

Dr. Albenia Yaneva (DSc. in Sociology
and Antropology),
Manchester School of Architecture; UK;

Vera Gorak (PhD in Economics)
Karlovarská Krajská Nemocnice; Czech Republic
veragorak.assist@gmail.com;

Polina Vuitsik (PhD in Economics)
Jagiellonian University; Poland
p.vuitsik.prof@gmail.com;

Alexander Schieler (PhD in Sociology),
Transilvania University of Brasov; Romania
alexanrds.schieler@protonmail.ch

George McGrown (PhD in Finance)
University of Florida; USA
mcgrown.geor@gmail.com;

Vagif Sultanly (DSc in Philology)
Baku State University; Republic of Azerbaijan

Larysa Kupriianova (PhD in Medicine)
Humanitas University, Italy

Please, cite as shown below:

1. Surname, N. & Surname, N. (2024). Title of an article. *Scientific Collection «InterConf+»*, 45(201), 21-27. <https://doi.org/10.1080/interconf...>

This issue of Scientific Collection «InterConf+» contains the materials of the International Scientific and Practical Conference. The conference provides an interdisciplinary forum for researchers, practitioners and scholars to present and discuss the most recent innovations and developments in modern science. The aim of conference is to enable academics, researchers, practitioners and college students to publish their research findings, ideas, developments, and innovations.

Scientific Collection «InterConf+» and its content are indexed in:

Index Copernicus; Google Scholar; WorldCat; OUCI (Open Ukrainian Citation Index); CrossRef;
Semantic Scholar; Mendeley; Scilit; OpenAIRE (pan-European research information system), etc.

TABLE OF CONTENTS

BUSINESS ECONOMICS

	Giguashvili G. Bebnadze K.	DEVELOPMENT TENDENCIES OF THE INTERNET ECONOMY IN GEORGIA	10
	Mushfig Yahya	The article has been removed from Open Access at the request of the author	19
	Tatarinova L.F. Yessen Z.K.	PROTECTION OF INTELLECTUAL RIGHTS IN THE INTERNATIONAL CONTEXT: PROBLEMS AND PROSPECTS	31
	Yelshibayev R.K. Tungatarova B.M.	IMPROVEMENT OF THE MECHANISM OF DEVELOPMENT OF SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN IN THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION	39
	Гасымов М.Т.	ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМА ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В РАЗВИТИИ ОТРАСЛИ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ	53
	Зейнельгабдин А.Б. Мағзұм Қ.Б.	АНАЛИЗ ДОСТУПНОСТИ КРЕДИТНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ПОДДЕРЖКИ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА	63

REGIONAL ECONOMY

	Azmaiparashvili M. Davituliani T. Papava S.	THE ROLE OF WINE TOURISM IN THE DEVELOPMENT OF AGRO-TOURISM MARKET OF GEORGIA	77
	Алиев Ш.Т.	НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВОСТОЧНОГО ЗАНГЕЗУРА	90
	Жусупбеков С.С.	РАЗБЛОКИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА: ПОЧЕМУ ЮРИДИЧЕСКИЕ ЛИЦА МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В КАЗАХСТАНЕ НЕ ПЕРЕХОДЯТ В КАТЕГОРИЮ СРЕДНИХ	104

INTERNATIONAL ECONOMICS AND INTERNATIONAL RELATIONS

	Ayyubova N.S. Aghayeva N.R.	STATISTICAL ANALYSIS OF OIL PRICES ON THE CURRENT ACCOUNT OF THE BALANCE OF PAYMENTS OF THE AZERBAIJAN REPUBLIC	114
	Həsənova A.A.	AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASINDA İDXAL- İXRAC ƏMƏLİYYATLARININ DİNAMİKASININ EKONOMETRİK MODELİNİN QURULMASI	134
	Maharramova R.M.	CONSTRUCTION OF THE ECONOMETRIC MODEL OF THE DYNAMICS OF THE GEORGIA- AZERBAIJAN TRADE TURNOVER	143

MARKETING, ADVERTISING AND PR

	Жарська І.О. Марчук І.С. Орловська С.С.	БРЕНДУВАННЯ МУЗИЧНИХ ФЕСТИВАЛІВ ТА КОНЦЕРТІВ	154
	Пужкал О.Г. Вілоус М.О.	КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ В ОРГАНІЗАЦІЇ І ПЛАНУВАННІ МАРКЕТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВІ	166

FINANCE AND CREDIT

	Дорошенко І.В.	ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НЕОБАНКІВ В УКРАЇНІ (НА ПРИКЛАДІ MONOBANK)	172
---	----------------	--	-----

ACCOUNTING AND AUDITING

	Шаповалова А.П. Черевань А.А.	ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОРПОРАТИВНОЇ СОЦІАЛЬНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ІТ-КОМПАНІЙ В УКРАЇНІ	180
---	----------------------------------	---	-----

PEDAGOGY AND EDUCATION

	Kuntso O.	APPLYING PRAGMATIC APPROACH IN EFL GRAMMAR INSTRUCTION	186
	Mammadova K.A.	PRACTICAL KNOWLEDGE AND SKILLS TO BE IMPARTED TO STUDENTS IN EXTRACURRICULAR ACTIVITIES IN BIOLOGY IN SECONDARY SCHOOLS	194
	Səfərova H.D.	MÜASİR TƏHSİL MÜHİTİNDƏ YENİ QIYMƏTLƏNDİRMƏ TEXNOLOGİYALARININ ƏHƏMİYYƏTİ	197
 	Yarkho T.O. Emelyanova T.V. Legeyda A.V. Legeyda D.V.	PROFESSIONAL AND APPLIED CONTEXT OF THE WORKSHOP ON PROBABILITY THEORY IN TRANSPORT UNIVERSITIES	202
	Бугаєвська Ю.В.	ВПЛИВ ГУМАНІТАРНИХ НАУК НА ФОРМУВАННЯ ЦІННИСНО-СВІТОГЛЯДНИХ УСТАНОВОК ОСОБИСТОСТІ	209
	Исмаилова Р.Д.	ПЕДАГОГІЧЕСЬКІЕ И ПСИХОЛОГІЧЕСЬКІЕ ПРОБЛЕМИ ІНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	215

POLITICAL SCIENCE AND PUBLIC ADMINISTRATION

	Verdikhanov İ. Yüksek Lisans Öğrencisi	DOĞU AKDENİZ'DE GÜÇ MÜCADELESİ: SORUNLAR ÇERÇEVESİNDE KIYIDAŞ DEVLETLERİN TUTUMLARI	222
	Zhydetska O.	ORGANISATIONAL, LEGAL AND SOCIO- ECONOMIC INSTRUMENTS OF STATE REGULATION OF THE ACTIVITIES OF POLITICAL PARTIES AND ELECTION CAMPAIGNS	247

PSYCHOLOGY AND PSYCHIATRY

	Гупаловська В.А. Марченко М.Т.	ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ РІЗНИМИ ПСИХОЛОГІЧНИМИ ДЕТЕРМІНАНТАМИ ТА СЕКСУАЛЬНИМ АВЕРСИВНИМ РОЗЛАДОМ	259
	Хміляр О.Ф. Козуб М.М.	НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ КОМАНДИРА: ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ В ЯКИХ ПРОТІКАЄ ПРОЦЕС ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ КОМАНДИРОМ	271

PHILOLOGY AND LINGUISTICS

	Bismildina D.D. Myrzabekova M.Z. Nurzhanova A.S.	NATURE OF COMMON WORDS IN KAZAKH AND TURKISH LANGUAGES	281
	Toksanbayeva T.D. Bismildina D.D. Kaikenov D.B.	SPECIFICITY OF THE NATIONAL CODE AS A SPIRITUAL BEING	290

JOURNALISM AND TELECOMMUNICATIONS

	Hurytska M. Shmyha Y.	UKRAINE AND THE EUROPEAN UNION: POLITICAL COMMUNICATION DURING WAR	301
	Kovalova O.	THE POSITIVE IMPACTS OF INCORPORATING SOCIAL MEDIA INTO ADOLESCENT SOCIAL PRACTICES	309

ARTS, CULTURAL STUDIES AND ETHNOGRAPHY

	Павленко Р.В.	ЗБЕРЕЖЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО ТАНЦЮВАЛЬНОГО ФОЛЬКЛОРУ ШЛЯХОМ ВРАХУВАННЯ ЙОГО ЗРАЗКІВ ПІД ЧАС ПЛАНУВАННЯ ТАНЦЮВАЛЬНОГО РЕПЕРТУАРУ В ХОРЕОГРАФІЧНОМУ КОЛЕКТИВІ	315
---	---------------	---	-----

HISTORY AND ARCHEOLOGY, ARCHIVAL STUDIES

	Mustafayev I.Z.	THE RUSSIAN EMPIRE ON THE EVE OF THE WORLD ECONOMIC CRISIS OF 1900–1903	326
---	-----------------	--	-----

BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

	Boiarchuk O.D. Granovski O.E.	THE INFLUENCE OF SELENIUM ON THE MORPHOLOGICAL CHANGES OF THE MYOCARDIUM DURING THE FORMATION OF EXPERIMENTAL DIABETES MELLITUS	341
---	----------------------------------	--	-----

MEDICINE AND PHARMACY

	Asta Marija Inkeniene Urte Jankauskaite	MODELLING AND QUALITY ASSESSMENT OF EXTEMPORANEOUS PREPARED SOFT LOZENGES WITH FOLIC ACID	352
---	---	---	-----

	Marcu D. Pînzari E.	TRATAMENTUL MODERN AL PERIODONTITEI GRANULOMATOASE	359
	Medeubekov U.S. Toregeldy M.U. Li S.V.	ANALYSIS OF THE DISEASE MANAGEMENT PROGRAM IN THE POST-COVID PERIOD: IMPROVEMENT AND ITS FURTHER DEVELOPMENT	368
	Moskva K.A. Kikhtyak O.P. Lapovets L.Y.	DIFFERENT ALTERATIONS IN GUT MICROBIOTA CAUSED BY COMBINING WITH METFORMIN LIRAGLUTIDE OR PIOGLITAZONE IN OVERWEIGHT INDIVIDUALS DIAGNOSED WITH DIABETES	380
	Sayad Ali Abbas Rahat	BREASTFEEDING THEN AND NOW: HOW TIMES HAVE CHANGED	387
	Жуковський В.С. Трутяк І.Р. Паньків М.В. Гуменюк В.В. Козопас В.С.	ХВОРОВА КОТЯЧИХ ПОДРЯПИН: ДІАГНОСТИКА, ЛІКУВАННЯ	397
	Остапенко І.О. Вастьянов Р.С.	КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ДОКАЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СУМІСНОГО ВВЕДЕННЯ ВОРТИОКСЕТИНУ З ПРОТІЕПІЛЕПТИЧНИМИ ПРЕПАРАТАМИ ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ ХРОНІЧНОМУ СУДОМНОМУ СИНДРОМІ: ПОЗИТИВНИЙ ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОЇ ПАТОГЕНЕТИЧНОЇ ФАРМАКОКОРЕКЦІЇ НА ВИРАЖЕНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ПАМ'ЯТІ ТА НАВЧАННЯ	408

NATURE MANAGEMENT, RESOURCE SAVING AND ECOLOGY

 	Jandieri G. Janelidze I.	THE ECOLOGY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ITS IMPLICATIONS FOR THE SECURITY OF THE FUTURE: SHORT ANALYSIS AND RECOMMENDATIONS	423
	Savelyev Y.V. Robota L.P. Brykova A.M.	ECOLOGICALLY FRIENDLY WATER-BASED POLYURETHANES MATERIALS	430
	Федченко Ю.О. Кравченко О.В. Шихова Є.Є.	НОМО SAPIENS І ЕКОЛОГІЯ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ВІЙН	437

ENERGETICS

	Білюк І.С. Гуров А.П. Савченко О.В. Майборода О.В. Ольшевський С.І. Чубчик М.С.	ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ГОЛОВНОГО РУХУ КОПІЮВАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА	442
	Білюк І.С. Савченко О.В. Майборода О.В. Ярохін О.В. Войцеховський О.С. Дьяченко В.А.	СПОСІБ МОДЕРНІЗАЦІЇ КРУГЛОШЛІФУВАЛЬНОГО УНІВЕРСАЛЬНОГО НАПІВАВТОМАТА	449

	Білюк І.С. Савченко О.В. Сипченко С.С. Семенака А.В. Сербін П.О. Вознесенський О.О.	РОЗРОБКА КОНТРОЛЕРА ЗАРЯДУ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ	456
	Білюк І.С. Шарейко Д.Ю. Савченко О.В. Гаврилов С.О. Майборода О.В. Стеба Д.М.	РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ	464

PHYSICS AND MATHS

	Kanguzhin B.E. Bakybay B.K.	DEGREE INCREMENTAL SOLUTIONS OF THE GENERALIZED CAUCHY-RIEMANN SYSTEM	482
	Kosinov M.	EXTENSION OF NEWTON'S CLASSICAL THEORY OF GRAVITATION TO THE UNIVERSE: NEW LAW OF COSMOLOGICAL FORCE AS AN ADDITION TO NEWTON'S LAW OF GRAVITATION	494
	Гасанов А.И., Джафарова Р.О. Багирова Д.Х.	РЕШЕНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ГЕОМЕТРИИ ЭЛЕМЕНТАРНЫМИ МЕТОДАМИ	508
	Шульга А.В.	СМЫСЛ КНИГИ «И ЦЗИН»	517

CHEMISTRY AND MATERIALS SCIENCE

	Gonchar O.M.	X-RAY AND THERMOGRAVIMETRIC STUDIES OF MONTMORILLONITE MODIFIED WITH CATIONIC URETHANE OLIGOMERS	524
	Ibadova M.N. Hasanova U.A.	RECENT ADVANCES IN THE REACTIONS OF C8-FUNCTIONALIZATION OF SUBSTITUTED TETRAHYDROQUINOLINES UNDER RUTHENIUM CATALYST	529
	Tsitsishvili V. Amirkhanashvili K.	APPLICATION, STRUCTURE, SALTS AND COMPLEXES OF LIDOCAINE: A REVIEW. PART IV. STRUCTURE OF BIS(LIDOCAINE) TETRACHLOROFERRATE(III) CHLORIDE	535

AGROTECHNOLOGIES AND AGRICULTURAL INDUSTRY

	Юсифова Г.М.	ИЗУЧЕНИЕ ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНЫ У ГИБРИДОВ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ (F ₂) МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ АПШЕРОНА	550
---	--------------	--	-----

LIGHT INDUSTRY AND FOOD INDUSTRY

	Javadzada- Talibova G.A. Salehzadeh G.S.	THE ROLE OF MARKETING AS A DETERMINING FACTOR IN THE PRODUCTION AND SALE OF FASHION APPAREL	555
---	--	---	-----

GENERAL ENGINEERING AND MECHANICS

	Мельянцов П.Т.	КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИТЕМИ КЕРУВАННЯ РОБОЧОГО ОБ'ЄМУ РЕГУЛЬОВАНОГО АКСІАЛЬНО-ПОРШНЕВОГО ГІДРОНАСОСА	561
---	----------------	--	-----

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

	Sytnyk L.	AI IN EDUCATION: MAIN POSSIBILITIES AND	569
	Podlinyayeva O.	CHALLENGES	
	Tarasov N.	PROSPECTS FOR INTEGRATING AI INTO	580
	Khamula O.	INCLUSION FOR PEOPLE WITH VISUAL IMPAIRMENTS	
	Zybin S.	AN APPROACH TO IDENTIFY AN APPROXIMATING MODEL OF A CYBER SECURITY SYSTEM	589
	Глухов С.І.	ПОБУДОВА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ	603
	Сакович Л.М.	МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦИФРОВИХ	
	Козел В.В.	ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ	
	Семеха С.М.	З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ	
	Бабій О.С.	ТЕХНОЛОГІЙ	
	Найзабаева Л.К.	МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ	608
	Жанилсаева А.С.	ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, КАЗАХСТАН ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ В БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЕ	
	Пелещак І.Р.	ВИСОКОТОЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ	615
	Литвиненко Ю.Р.	ЗА ДОПОМОГОЮ РЕКУРЕНТНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ З LSTM БЛОКАМИ	
	Хомета Т.М.	АЛГОРИТМ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ДОСТУПУ	624
	Демків І.І.	В СОЦІАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ	
	Фис М.М.		
	Ящук В.І.	МЕТОДИКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА РЕАГУВАННЯ НА КІБЕРІНЦИДЕНТИ КІБЕРБЕЗПЕКОВИМИ ЦЕНТРАМИ	632

PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS

	Baghirova R.M.	STUDY OF ELECTRICAL ACTIVITY OF SUBCORTICAL STRUCTURES OF THE BRAIN AFTER DESTRUCTION OF THE DORSAL AMYGDALOFUGAL PATHWAY	641
---	----------------	--	-----

MILITARY AFFAIRS AND NATIONAL SECURITY

	Азаренко О.В.	ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСУ	650
	Гончаренко Ю.Ю.	ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛЕЙ ІМПУЛЬСНИМИ	
	Дівізінюк М.М.	РАДІОЛОКАЦІЙНИМИ СТАНЦІЯМИ ПРИ	
	Землянський О.М.	ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ	
	Фаррахов О.В.	КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	

	Воронін В.В. Бурцев В.В. Деменко М.П. Печкін А.М. Романюк М.М. Волювач С.А. Бурцева В.В. Новіченко С.В. Коломійцев О.В. Старцев В.В. Третяк В.Ф. Савельєв А.М. Кривчун В.І.	ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ БОЄГОТОВНОСТІ ВИРОБІВ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ	661
---	---	---	-----

ENERGETICS



DOI 10.51582/interconf.19-20.05.2024.047

Розробка лабораторного стенду для дослідження асинхронних електроприводів

**Білюк Іван Сергійович¹, Шарейко Дмитро Юрійович²,
Савченко Олег Валерійович³, Гаврилов Сергій Олексійович⁴,
Майборода Олександр Валерійович⁵, Стеба Данііл Миколайович⁶**

¹ кандидат технічних наук, доцент;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

² кандидат технічних наук, доцент;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

³ завідувач лабораторіями кафедри автоматики;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

⁴ кандидат технічних наук, доцент;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

⁵ кандидат економічних наук, доцент;
Миколаївський національний аграрний університет; Україна

⁶ студент кафедри автоматики;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

Анотація.

В даній роботі розроблено лабораторний комплекс систем керування електроприводом змінного струму на основі сучасної елементної бази з використанням технології віртуальних приладів. Вибрано та обґрунтовано доцільність вибору кожного із елементів, що входять до складу комплексу. Описано принцип роботи та подані детальні технічні характеристики всіх елементів. Створено структурну схему лабораторного комплексу, яка складається з двох основних частин: електромеханічної та інструментальної.

Ключові слова:

асинхронний електропривод
лабораторний стенд
електромагнітна порошкова муфта
імпульсне реле
енкрипційний енкодер
регулятор струму
регулятор швидкості

ENERGETICS

Вступ. Розширення і ускладнення виконуваних електроприводом функцій, застосування в ньому нових засобів керування вимагають високого рівня підготовки фахівців, зайнятих його проектуванням, монтажем, налагодженням і експлуатацією. Вони повинні добре знати призначення і елементну базу окремих вузлів електропривода, їх властивості й характеристики, вміти розбиратися у схемах керування електропривода, визначати його економічні показники і обирати його елементи. Тому, під час підготовки спеціалістів у сфері електропривода, необхідно суттєву увагу приділяти не тільки вивченню теоретичного матеріалу, а й застосуванню його на практиці.

Використання новітніх інформаційних технологій дозволяє суттєво підвищити ефективність і якість навчального процесу. В наш час важко уявити повноцінну підготовку спеціаліста по інженерним спеціальностям без його ознайомлення з реальними приладами і обладнанням та отримання навиків роботи з ними. Знання сучасних технологій відкриває перед студентами широкі можливості не лише в області науки, але й в інших аспектах їх життя. Однією із найважливіших складових частин навчання студентів, що сприяють виробленню практичних навиків, є лабораторний практикум [1-4].

Основними напрямками інженерної діяльності фахівців в області електропривода є проектування, виготовлення та експлуатація систем керування, силових перетворювальних пристроїв, вимірювальних систем і т. п. Реалізація систем керування сучасних електроприводів ґрунтується на використанні мікропроцесорної і комп'ютерної техніки, що висуває до професійної кваліфікації інженера ряд додаткових вимог, які полягають в оволодінні новими інформаційними технологіями інженерної роботи. Успішна конкуренція випускників технічних ВУЗів на ринку праці можлива лише при достатньо високому рівні теоретичної та практичної підготовки. Оскільки вимоги, що висуваються роботодавцями до якості практичної підготовки фахівців безперервно посилюються, істотно зростає роль лабораторного практикуму в учбовому процесі. Навчальні лабораторії повинні бути оснащені сучасним обладнанням і сучасними контрольно-вимірювальними приладами, щоб студенти могли в повному обсязі закріпити здобуті теоретичні знання.

ENERGETICS

До пріоритетних напрямів розвитку лабораторних комплексів необхідно віднести застосування недорогих вимірювальних систем і сучасного програмного забезпечення, наприклад, пакетів *LabVIEW*, з використанням технології віртуальних приладів. Це дає змогу значно розширити спектр лабораторних робіт, виконуваних на стендах з даною технологією.

Мета і завдання дослідження. Розробити лабораторний стенд для дослідження асинхронних електроприводів.

Основна частина. Розвиток існуючої лабораторної бази йде шляхом створення нових і сучасних лабораторних установок. Тому в роботі, на відміну від існуючих лабораторних стендів з традиційними вимірювальними приладами, розроблено стенд з електротехнічних дисциплін, на базі сучасного частотного перетворювача фірми *LENZE* серії *ETML 371X2SFA*[5] з використанням технології віртуальних приладів.

За допомогою використання технології віртуальних приладів (ВП), популярність яких всього за декілька років різко збільшилася, є змога значно розширити використання подібних лабораторних стендів. Технологія ВП знаходиться в постійному розвитку як за рахунок удосконалень, що відбуваються в комп'ютерній техніці, так і за рахунок розвитку контрольно-вимірювального обладнання. З використанням ВП, всього за декілька хвилин можна перетворити персональний комп'ютер в універсальний вимірювальний прилад з відмінними параметрами. Використовуючи віртуальні прилади можна створювати гнучкі й легко адаптивні до нових умов системи, які як і в теперішньому, так і в майбутньому будуть відповідати вимогам надійності, точності й продуктивності. Технологія віртуальних приладів дає змогу створювати на базі персонального комп'ютера (ПК) вимірювальні прилади, які дають повну інформацію про роботу електропривода в реальному масштабі часу. При цьому ПК перетворюється в повнофункціональне робоче місце учбової лабораторії, оснащене всіма необхідними вимірювальними і керуючими приладами.

Лабораторний комплекс складається з двох основних частин (рис. 1):

- електромеханічна частина;
- інструментальна частина.

До складу електромеханічної частини входить безпосередньо перетворювач частоти *Lenze 8200 ETML 371X2SFA*, який керує

ENERGETICS

частотою обертів асинхронного двигуна з короткозамкнутим ротором MS7124. Навантаженням для двигуна є електромагнітна порошкова муфта, момент опору якої залежить від зміни струму збудження її керуючої обмотки. Струм збудження керуючої обмотки змінюється за допомогою регулятора, розробленого спеціально для керування електромагнітною муфтою. Перетворювач частоти з регулятором струму муфти живиться від однофазної мережі змінного струму через мережевий дросель та імпульсне реле.

Інструментальна частина приводу включає персональний комп'ютер підключений до мережі *Ethernet* та інтерфейс зв'язку (функціональний модуль введення-виведення *EMF2102IB-V002*). Підсистема вимірювань реалізована на основі функціонального модуля *EMF2102IB-V002*, який зв'язує регулятори привода *Lenze* через модуль *Feldbus Lenze LECOMA-B (RS485)* з COM портом ПК і далі інформація передається віртуальним інструментам. Необхідні перемикання, а також комутація вимірювальних каналів виконується шляхом подачі керуючих команд. Для керування імпульсним реле та регулятором струму муфти використовується плата введення/виведення сигналу, яка підключається до системного блоку персонального комп'ютера через порт *PCI*.

На серверному персональному комп'ютері інструментальної частини встановлена програма вимірювальної системи яка містить набір віртуальних приладів, що забезпечують вимірювання основних характеристик досліджуваного об'єкта. Віртуальні інструменти представляють собою набір програмних засобів, котрий дає змогу використовувати ПК як спеціалізований електронний прилад. Графічний інтерфейс ВП імітує передня панель приладів. За допомогою «миші» можна впливати на «органи керування» – кнопки, перемикачі, регулятори, «нарисовані» на екрані монітора ПК в виді передньої панелі імітованого приладу. Набір віртуальних інструментів, що складають підсистему вимірювання, обирається згідно з характером вимірюваних параметрів. Програмне забезпечення інструментальної частини стенда написано на мові графічного програмування «G» в програмі *LabVIEW*.

Робочим місцем користувача є ПК із встановленим спеціалізованим програмним забезпеченням. Використовуючи технологію передачі даних по сітці, робочим місце може стати

ENERGETICS

будь який віддалений ПК з відповідним програмним забезпеченням і підключений до *Ethernet*.

Основними елементами електропривода на основі якого спроектовано лабораторний стенд є частотний перетворювач *Lenze 8200 ETML 371X2SFA* та асинхронний електродвигун *MS7124*. Окрім вищерозглянутих елементів, до складу лабораторного стенда також входять:

- електромагнітна порошкова муфта;
- регулятор струму обмотки збудження муфти;
- датчик швидкості;
- функціональний модуль;
- PCI плата введення/виведення;
- мережевий дросель з імпульсним реле.

Дані елементи вибрані таким чином, щоб їх параметри повністю узгоджувались з перетворювачем частоти та асинхронним двигуном, які були обрані як основа лабораторного комплексу.

Для навантаження електродвигуна лабораторного стенда одним із можливих варіантів є використання електромагнітної порошкової муфти *BR5* фірми *Warner Electric*.

Дана муфта підтримує точне значення моменту при постійному ковзанні її робочих елементів навіть при максимальному навантаженні та нагріві. Зміна моменту навантаження муфти виконується м'яко у всьому діапазоні – від максимального значення і практично до нуля. Окрім того, момент не залежить від швидкості обертання ведучої частини муфти.

Час реакції на навантаження залежить від поля котушки збудження з урахуванням коефіцієнту опору та магнітної затримки, через втрати на вихрові струми. Для забезпечення максимальної якості функціонування, муфта повинна використовуватись в горизонтальному положенні. Для регулювання струму збудження електромагнітної порошкової муфти, а отже і навантаження двигуна, вал якого жорстко з'єднаний з ведучою частиною муфти, призначений спеціальний регулятор *EP.25/2* до складу якого входить контролер та трансформатор живлення.

Даний регулятор був розроблений спеціально для управління порошковими електромагнітними муфтами і для покращення їх ефективності. Регулятор дає змогу повністю ліквідовувати залишковий магнетизм в порошку муфти, завдяки чому є можливою робота на більш низькому діапазоні навантаження без будь яких обмежень.

ENERGETICS

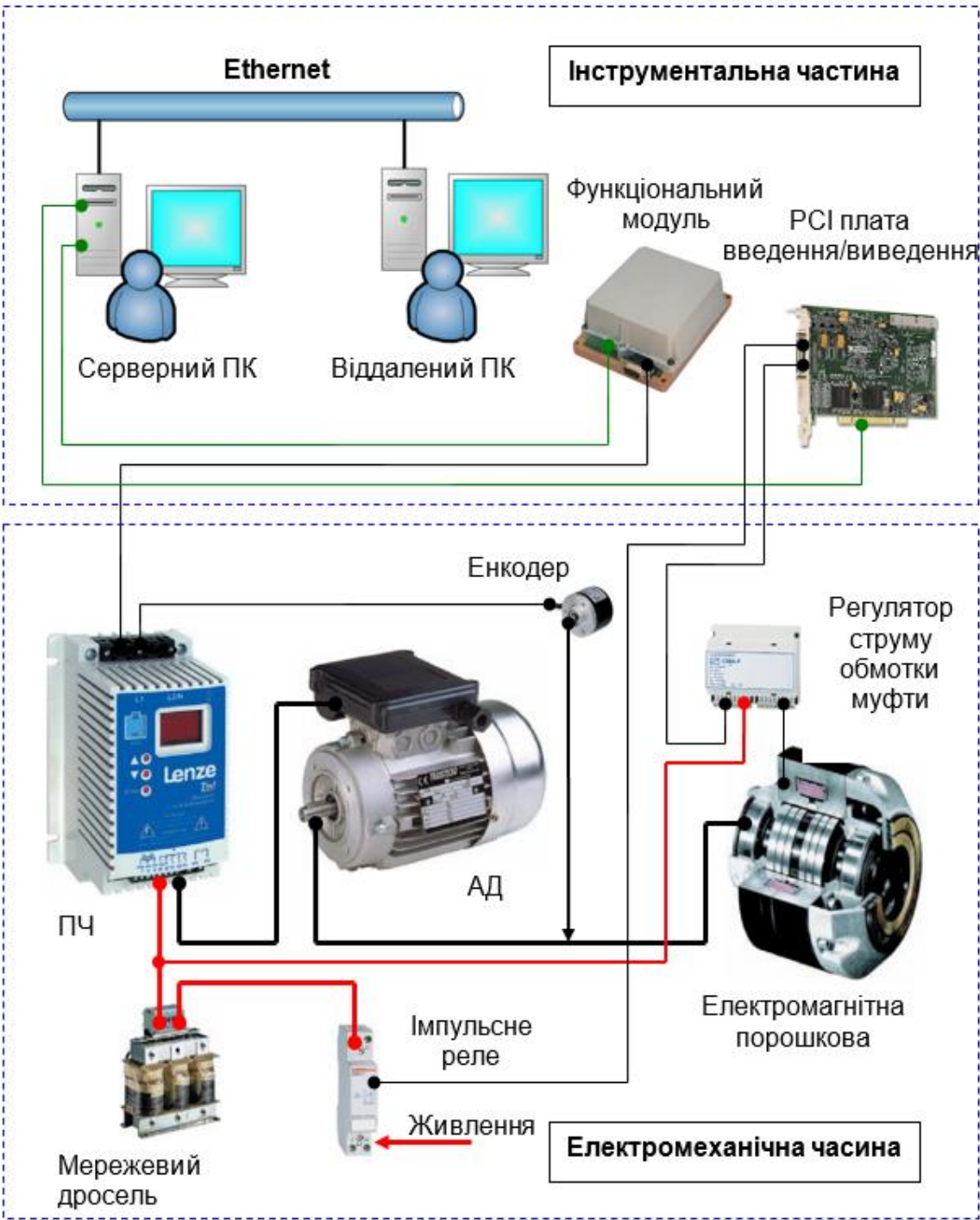


Рисунок 1

ENERGETICS

В даному регуляторі використовуються професійні компоненти, що забезпечує його 100% - ну надійність та стійкість. Малі габарити пристрою забезпечують його легкий монтаж. Карта EP.25 - це інтегральний регулятор який має струмовий вихід PWM (з модуляцією ширини імпульсів).

Вихідний сигнал регулятора можна подавати в вигляді напруги (0-10 В) або за допомогою потенціометра (10 кОм).

Регулятор струму забезпечує стабільність моменту незалежно від коливань температури, умов навколишнього середовища або температури котушки муфти.

Підключення регулятора струму котушки збудження порошкової муфти здійснюється за допомогою спеціальної клемної рейки, що знаходиться безпосередньо на регуляторі. Схема підключення регулятора зображена на рисунку 2.

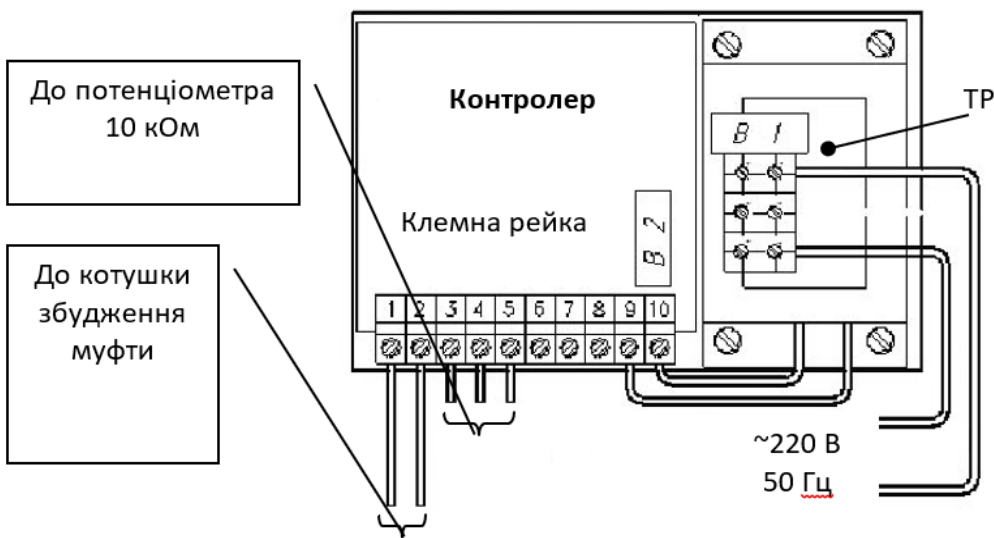


Рисунок 2

В якості датчика швидкості використовується енкриментальний (оптичний) енкодер E40S8 фірми Autonics 2. Енкодер є перетворювачем кутових переміщень і виконує синхронне перетворення аналогової величини кута повороту вхідного вала у послідовність прямокутних електричних імпульсів, що мають координатно-періодичний характер. При цьому часовий характер сигналу пропорційний діючій величині вимірюваної швидкості, а число імпульсів кратні величині

ENERGETICS

переміщення. Даний енкодер можна використовувати в системі як датчик кута, положення, швидкості та прискорення вала електродвигуна.

З'єднання вхідного вала енкодера з валом електродвигуна виконується механічно:

- за допомогою гнучкої перехідної муфти;
- за допомогою спеціальної жорсткої втулки.

В першому випадку корпус енкодера жорстко закріплюється на корпусі механізму, а не співвісності та биття компенсуються деформацією гнучкої втулки. В іншому випадку за допомогою штифта корпуса і механізму фіксують від провертання один відносно одного. Для забезпечення зв'язку регуляторів приводу *Lenze* з системним блоком персонального комп'ютера використовується функціональний модуль *Feldbus 2102IB.2x.3x.V002* (інтерфейс *RS485*). Даний функціональний модуль розроблений спеціально для роботи з перетворювачами частоти *Lenze* починаючи з серії 8200.

Для забезпечення змоги керування електромагнітною порошковою муфтою та регулятором, який змінює струм обмотки збудження муфти, необхідно подавати аналоговий сигнал у вигляді напруги від 0 до +10 В постійного струму. Це можна здійснити двома способами: за допомогою потенціометра номіналом 10 кОм, який підключається безпосередньо до регулятора, або подачею напруги 0...10 В від зовнішнього джерела. У якості зовнішнього джерела напруги в лабораторному стенді використовується плата введення/виведення *NI6229* фірми *National Instruments*, яка дає змогу керувати муфтою шляхом подачі команд з персонального комп'ютера. Через дану плату також здійснюється керування імпульсним реле.

Плата *NI6229* має чотири канали виведення аналогового сигналу, забезпечує гальванічну розв'язку між аналоговою частиною та шиною *PCI* і є ідеальним засобом для рішення задач що вимагають високовольтної гальванічної розв'язки. На платі є змога незалежного налаштування діапазонів вихідного сигналу по кожному із каналів.

Плата *NI6229* фірми *National Instruments* належить до М-серії і призначена для пристроїв в яких основним фактором є ціна. Дана плата об'єднує в собі найновітніші технології, такі як спеціалізований контролер синхронізації *NI-STC2*, спеціалізований підсилювач сигналів *NI-PGIA 2*, а також

ENERGETICS

революційну методику калібровки *NI-MCal*. Плата є яскравим прикладом точних і продуктивних пристроїв. Дана плата містить 18-ти розрядний АЦП, що забезпечує в чотири рази вище розрішення.

Для компенсації вищих гармонік із мережі живлення в перетворювач частоти і навпаки, та для захисту конденсаторів проміжної ланки перетворювача, використовується мережевий дросель *EZN3A1500H003*.

Для можливості дистанційної комутації силових частин лабораторного стенда, використовується імпульсне реле *RI02230AC/M*.

Розглянувши усі елементи, що входять до складу лабораторного комплексу, та їх технічні характеристики, можна побудувати функціональну схему лабораторної установки (рис. 3). На функціональній схемі представлені конкретні елементи системи, їх з'єднання між собою, подача напруги живлення на силові елементи та показані канали зв'язку елементів інструментальної частини стенда з системним блоком персонального комп'ютера.

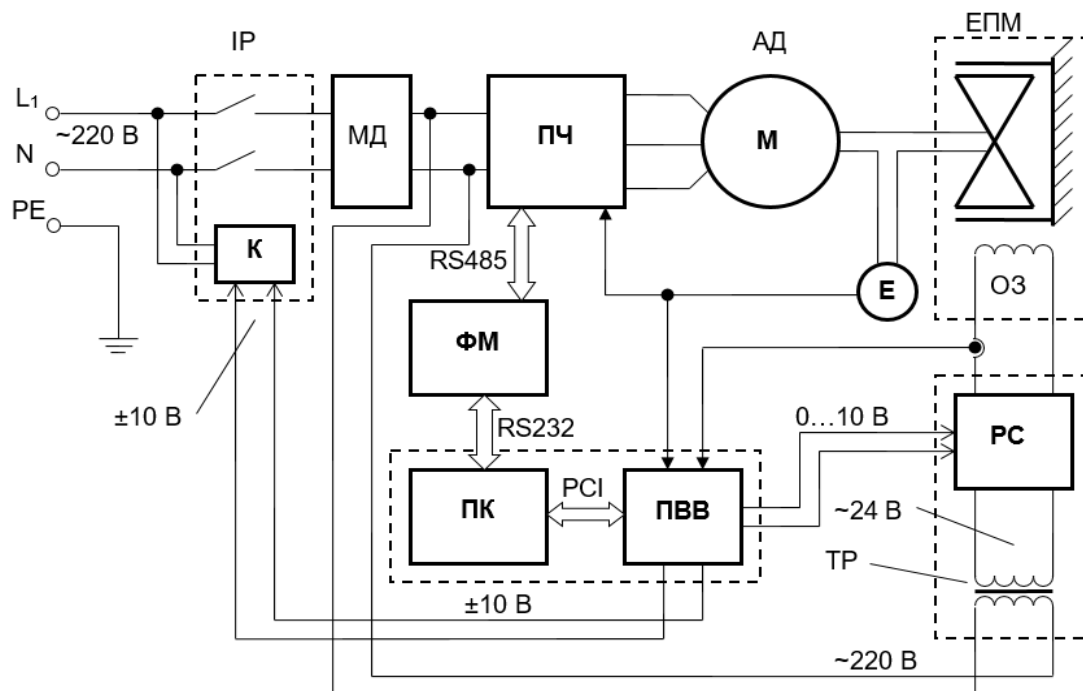


Рисунок 3

ENERGETICS

Після спрацювання *IP* замикаються його силові контакти і отримують живлення перетворювач частоти *Lenze 8200 ETML 371X2SFA* та регулятор струму обмотки збудження порошкової муфти *EP.25/2*, через розміщений в ньому живильний трансформатор. Таким чином отримують живлення всі інші елементи, що входять до складу лабораторного комплексу і підключені до ПЧ (функціональний модуль *Feldbus 2102IB.2x.3x.V002*, енкриментальний енкодер *E40S8*) та регулятора (обмотка збудження електромагнітної порошкової муфти *BR5* фірми *Warner Electric*). В ланцюг живлення також увімкнений мережевий дросель, який призначений для компенсації вищих гармонік із мережі живлення в перетворювач частоти і навпаки, та для захисту конденсаторів проміжної ланки перетворювача.

Керування перетворювачем частоти та отримання усіх даних від його регуляторів здійснюється через функціональний модуль, що призначений для зв'язку регуляторів приводу *Lenze* з системним блоком персонального комп'ютера і підключений до перетворювача через порт *RS485*. До системного блоку ПК функціональний модуль підключено через порт *RS232*. Шляхом подачі керуючих команд, можна керувати частотою обертів асинхронного двигуна *MS7124*, та змінювати параметри налаштувань регуляторів ПЧ.

Навантаженням для АД служить електромагнітна порошкова муфта, момент опору якої можна керувати в широкому діапазоні (згідно технологічного процесу машин і механізмів [6]) шляхом зміни струму, який протікає в обмотці збудження муфти. Обмотка збудження підключена до спеціального регулятора струму. Струм на виході регулятора (в межах 0...1,3 А) змінюється прямо пропорційно напрузі керування (0...10 В), яка подається на вхід регулятора. Дану напругу формує плата аналогового виведення, через яку і відбувається керування струмом обмотки збудження, а значить і моментом опору, який створює порошкова муфта.

В якості датчика швидкості обертання валу двигуна, використовується енкриментальний енкодер. Вхідний вал енкодера жорстко з'єднаний з валом електродвигуна і генерує дискретний вихідний сигнал в вигляді імпульсів, кількість яких пропорційна частоті обертання. Підключається енкодер безпосередньо до перетворювача частоти, який має для цього

ENERGETICS

спеціальні цифрові входи, живлення (5 В постійного струму) енкодер також отримує від ПЧ. Окрім показчика частоти обертання вала двигуна, енкодер використовується в якості датчика зворотного зв'язку по швидкості при роботі перетворювача частоти в замкненому режимі. Окрім частоти обертання енкодер дає інформацію про положення валу двигуна в будь який момент часу, що необхідно при роботі ПЧ в векторному режимі. Енкодер виконує синхронне перетворення аналогової величини кута повороту вхідного валу в послідовність прямокутних електричних імпульсів, що мають координатно-періодичний характер. При цьому часовий характер сигналу пропорційний діючій величині вимірюваної швидкості, а число імпульсів кратні величині переміщення.

Програмна частина вимірювальної системи включає в себе набір віртуальних приладів, які забезпечують вимірювання основних характеристик досліджуваного об'єкта. Віртуальні інструменти представляють собою набір програмних засобів, які дають змогу використовувати персональний комп'ютер як спеціалізований електронний прилад.

Для створення віртуальних приладів в лабораторному комплексі використовуємо систему *LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench)*. *LabVIEW* – це засіб для розробки і платформа для виконання програм, створених на графічній мові програмування «G». Графічна мова програмування «G», що використовується в *LabVIEW*, основана на архітектурі потоку даних. Послідовність виконання операторів в такій мові визначається не порядком їх слідування (як в імперативних мовах програмування), а наявністю даних на входах цих операторів. Оператори, не зв'язані по даним, виконуються паралельно в довільному порядку. *LabVIEW* підтримує величезний спектр обладнання різних виробників і має у своєму складі (або дозволяє додавати до базового пакету) численні бібліотеки компонентів:

- для підключення зовнішнього устаткування за найбільш поширеними інтерфейсами та протоколами (*RS232*, *GPB 488*, *TCP/IP*, *PCI* та ін.);
- для віддаленого управління ходом експерименту;
- для управління роботами і системами машинного зору;
- для генерації та цифрової обробки сигналів;
- для застосування різноманітних математичних методів

ENERGETICS

обробки даних;

- для візуалізації даних і результатів їх обробки (включаючи 3D-моделі);

- для моделювання складних систем;

- для зберігання інформації в базах даних та генерації звітів;

- для взаємодії з іншими додатками в рамках концепції COM / DCOM / OLE.

Разом з тим *LabVIEW* – проста та інтуїтивно зрозуміла система. Недосвідчений користувач, не будучи професійним програмістом, за порівняно короткий час здатний створити складну програму для збору даних та управління об'єктами, що володіє гарним і зручним людино-машинним інтерфейсом.

В основі технології використання *LabVIEW* лежить комбіноване моделювання систем на ЕВМ, що включає аналітичне, імітаційне та натурне. Для аналітичного моделювання характерне те, що алгоритм функціонування системи записується у вигляді деяких аналітичних співвідношень або логічних умов. При імітаційному моделюванні алгоритм функціонування системи відображається в часі із збереженням логічної структури та послідовності протікання елементарних явищ, що складають процес. Натурним моделюванням називається проведення досліджень на реальному об'єкті з можливістю участі людини в процесі проведення дослідів і наступної обробки результатів на обчислювальній техніці.

Програмування в системі *LabVIEW* максимально приближене до поняття алгоритм. Після складання алгоритму роботи майбутньої системи, необхідно лише нарисувати блок-схему даного алгоритму з використанням графічної мови програмування «G». Ядро *LabVIEW* може автоматично використовувати ефективні сучасні обчисленні можливості. Окрім бібліотек, що входять до складу системи, існує велика кількість окремо розроблених програм. Система має вбудовані механізми корегування доповнень. В процесі корегування є змога назначати точки зупинки програми, виконувати програму «покроково».

Віртуальному інструменту *LabVIEW* відведена найвідповідальніша роль в управлінні лабораторним стендом. Попередній аналіз можливостей *LabVIEW* показав, що система містить всі необхідні функції та віртуальні інструменти для швидкої і високоефективної побудови експериментальної системи

ENERGETICS

регулювання. Крім того, виняткова стабільність в роботі і відсутність «зависань» віртуального інструменту дозволяють *LabVIEW* сміливо довірити управління відповідальними процесами. Реалізована в пакеті *LabVIEW* концепція, за якою всі програми, які називаються віртуальними пристроями, мають фронтальну панель і блок-схему, що дозволяє об'єднувати всі об'єкти лицьовій панелі в схему функціонування, повною мірою відповідає загальноприйнятим уявленням про технічні пристрої управління. Ця концепція стимулювала розробку та включення в пакет різноманітних приладів, котрі зазвичай розміщуються на лицьових панелях лабораторних стендів, включаючи стрілочні прилади, цифрові індикатори, осцилографи, кнопки, ключі, світло діоди і т. п., а також надання користувачу можливості редагування приладів і створення нових.

Традиційні вимірювальні прилади не дають змогу змінювати їх функціональні можливості. На відміну їм, технологія віртуальних приладів дає можливість перетворити звичайний ПК в пристрій з довільною функціональністю. Комп'ютер з підключеними до нього багатофункціональними платами може бути і потужною розрахунковою машиною, і осцилографом, і вольтметром, і частото метром, і системою керування технологічними процесами. Склад бібліотек системи *LabVIEW* дає змогу в короткі строки створити необхідні інструменти для різних етапів дослідження, починаючи від елементарних приладів і закінчуючи керуючими системами.

Довільна програма, створена в *LabVIEW*, є віртуальним приладом чи віртуальним інструментом. Компонентами, що складають ВП є передня панель, блок-діаграма і піктограма/конектор. Передня панель реалізує користувацький інтерфейс з ВП, на якій задаються вихідні данні і відображаються результати роботи ВП. Блок-діаграма є аналогом традиційної програми і реалізує функціональні можливості ВП. Піктограма/конектор дозволяє використовувати ВП в якості підпрограми при побудові модальних ієрархічних програм.

Тільки найпростіші програми розробляються в *LabVIEW* як один єдиний ВП. Серйозні програми являють собою ієрархію ВП. Такі програми можна розробляти методом «зверху в низ», коли вихідна задача розбивається на декілька менших під задач. Чим детальніше продумана структура програми, чим краще описана

ENERGETICS

специфікація вихідних даних і результатів роботи, тим швидше вона буде створена.

Система *LabVIEW* має змогу суттєво полегшити розробку складних програм, при цьому забезпечуючи коректність і актуальність різних ВП, відстежує зміни вихідного коду ВП, полегшує налагодження ВП. Програма *LabVIEW* називається і є віртуальним приладом, і складається з двох частин:

- лицьової панелі, яка описує зовнішній інтерфейс віртуального приладу;
- блокової діаграми, яка описує логіку роботи віртуального приладу.

Лицьова або передня панель – це інтерактивний інтерфейс користувача. Саме з передньою панеллю буде працювати користувач лабораторного стенда, тому вона повинна бути зручною, інформативною і ергономічною.

Передня панель містить необхідні кнопки, тумблери, регулятори числових значень, що призначені для регулювання параметрів електроприводу. Елементи передньої панелі працюють в одному з двох режимів – регулятор (*Control*) або індикатор (*Indicator*). Регулятори дають змогу користувачу задати вихідні дані для ВП, а індикатори відображають результати роботи.

За допомогою «миші» можна впливати на «органи керування» – кнопки, перемикачі, регулятори, «нарисовані» на екрані монітора ПК в виді передньої панелі імітованого приладу. Набір віртуальних інструментів, що складають підсистему вимірювання, обирається згідно з характером вимірюваних параметрів.

Один із можливих варіантів передньої панелі віртуальних приладів та інструментів лабораторного стенда, які відображають необхідні дані про його роботу і дають можливість ним керувати, представлена на рисунку 4.

Лицьова панель лабораторного комплексу містить в собі усі необхідні засоби відображення даних і керування експериментом, дає змогу взаємодіяти з програмою віртуальних приладів як із звичайним вимірювальним прибором. Інтерфейс дає оперативне відображення результатів вимірювання і обробки даних, які виконуються під час виконання лабораторної роботи.

За допомогою елементів, розміщених на передній панелі віртуальних приладів лабораторного стенда, можна

ENERGETICS

безпосередньо впливати на роботу електропривода: вмикати живлення перетворювача та регулятора струму муфти, запускати та зупиняти асинхронний електродвигун, вмикати та змінювати навантаження АД, змінювати швидкість та напрямок його обертання, вмикати та вимикати зворотній зв’язок.

Усі параметри приводу (струм, напруга та частота напруги обмоток статора АД, швидкість обертання його вала, струм обмотки збудження муфти) відображаються на спеціальних індикаторах передньої панелі, таким чином відбувається моніторинг стану досліджуваного електропривода. За допомогою осцилографа, який також розміщується на передній панелі, можна відображати осцилограми залежності частоти обертів вала двигуна від часу $\omega(t)$, напруги статора від часу $U(t)$ та інші, в залежності від виконуваної лабораторної роботи.

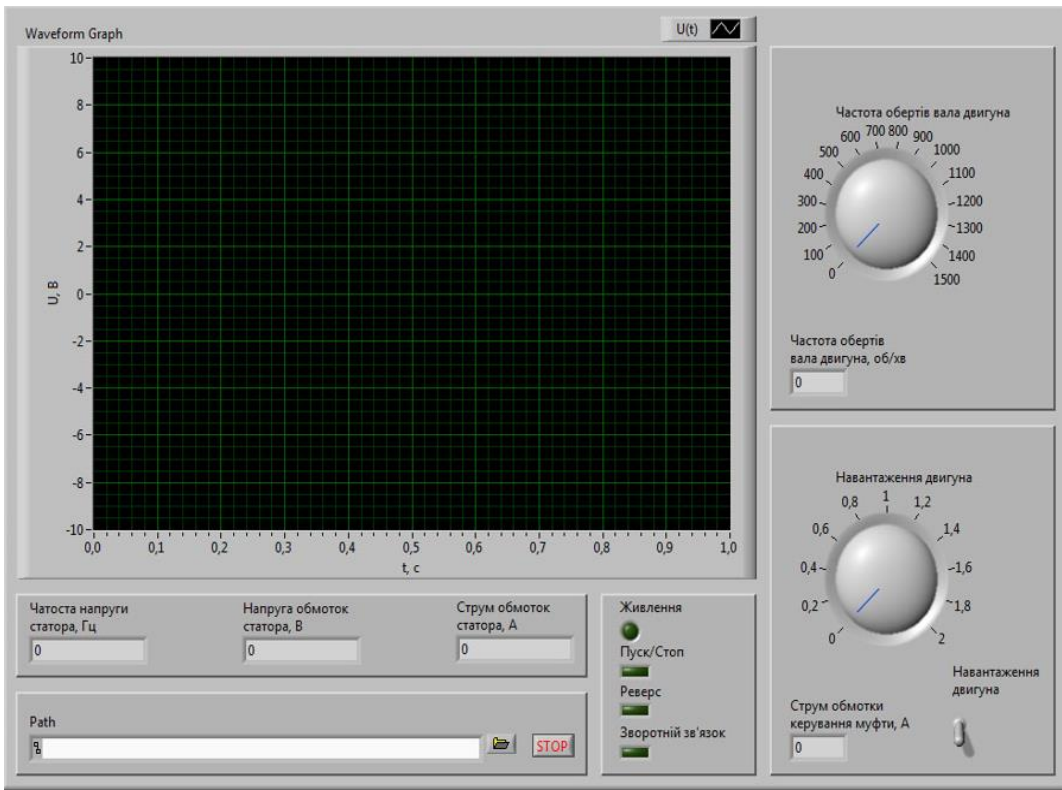


Рисунок 4

Кількість та призначення елементів, що розміщуються на передній панелі віртуальних приладів, можна змінювати в

ENERGETICS

залежності від вимог до виконуваної лабораторної роботи. Це робить лабораторний стенд багатофункціональним і дуже зручним у використанні.

Функціональні можливості віртуальних приладів лабораторного стенда визначаються його блок-діаграмою, котра є графічною реалізацією алгоритмів блок-схеми. Блок-діаграма складається з терміналів, вузлів, проводів та констант, а також може включати необхідні текстові та графічні коментарії.

Кожному елементу передньої панелі відповідає один термінал на блок-діаграмі. Термінали створюються на блок-діаграмі автоматично, як тільки будь який елемент створюється на передній панелі. В залежності від налаштувань *LabVIEW* термінали відображаються як піктограми (компактне графічне зображення вузла), що відповідають елементам передньої панелі, або як кольорові прямокутники різного виду. Термінал регулятора дає змогу зчитувати дані з передньої панелі і передавати їх в програму для наступної обробки. Термінал індикатора дозволяє відображати результати роботи ВП на лицьовій панелі.

Все те, що виконується під час роботи ВП називається вузлами. Вузол – це аналог поняття «оператор» в текстовій мові програмування.

Різнокольорові лінії на блок-діаграмі, що визначають передачу даних від джерела до приймача під час роботи ВП, є проводами. Колір та зовнішній вигляд проводів відповідає типу даних, що по ньому передаються. Кожний провід має одне джерело даних, і один або декілька приймачів. Провід завжди повинен бути приєднаним до відповідного контактора конектора (конфігурація контактів, що дозволяють передавати вузлу вихідні дані і отримувати результати його роботи) вузла, до терміналу, до константи або до іншого проводу. У місці з'єднання проводів відображається крапка. Провід може мати необмежену кількість точок повороту, може бути довільної довжини – ефективність роботи програми від цього не залежить. Але програму, по можливості, необхідно створювати якомога простішою і наглядною, оскільки тільки красиво нарисована програма буде надійно працювати, розвиватися і модернізуватися.

Блок-діаграми алгоритмів роботи віртуальних приладів лабораторного стенда, що представлені на лицьовій панелі

ENERGETICS

(див. рис. 4) зображені на рис. 5.

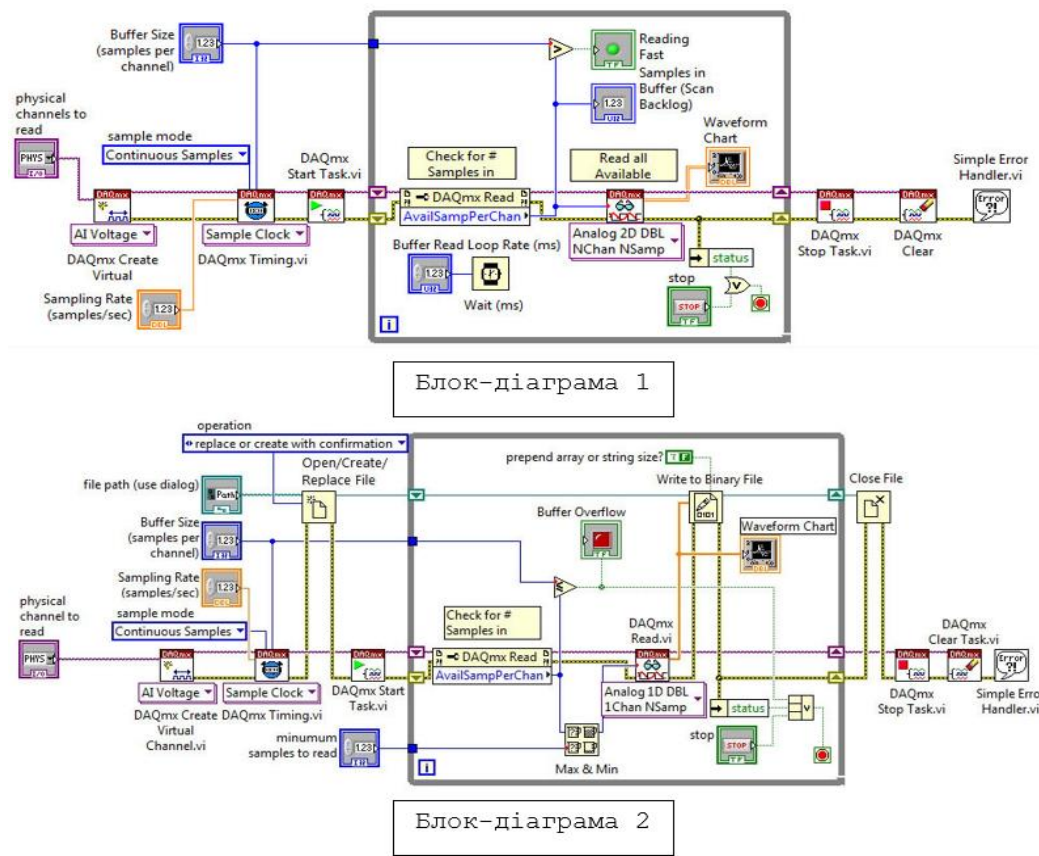


Рисунок 5

Під час експерименту відбувається збір даних з декількох каналів одночасно, тобто багатоканальний збір даних. Окрім цього відбувається неприливний збір даних, або збір даних в реальному масштабі часу. Коли виконується повернення даних по мірі надходження, не припиняється їх отримання. У якості поміжної ланки для збереження отриманих даних використовується керуючий буфер плати введення/виведення даних та оперативно запам'ятовуючий пристрій (ОЗП) пам'яті персонального комп'ютера. Оскільки під час експерименту необхідно зчитувати велику кількість вибірок даних з високою частотою оцифровки і в період короткого проміжку часу важко відображати або побудувати всі дані, то використовується буферізоване введення даних. Тобто ведеться запис даних в

ENERGETICS

буфер ОЗП ПК, дані зберігаються, а потім можуть бути використані для відображення або аналізу.

Висновок

На основі конкретно вибраних елементів лабораторного стенда, розроблено його функціональну схему, на якій показано взаємозв'язок між усіма елементами комплексу, вказано канали передачі дискретних даних між елементами інструментальної частини стенда.

Для розробленого стенда створено модель передньої панелі віртуальних приладів, що забезпечують керування електроприводом лабораторного стенда та складають підсистему вимірювання основних показників його роботи.

Розроблено програмне забезпечення інструментальної частини стенда на мові графічного програмування «G» в середовищі графічного програмування *LabVIEW*, що є надзвичайно зручним для програмування задач введення/виведення і обробки сигналів. Результатом створеної програми є блок-діаграми, на яких відображено функціональні можливості віртуальних приладів лабораторного стенда.

References:

- [1] Теорія автоматичного керування: підручник / М. Г. Попович, О. В. Ковальчук .- 2-ге вид., перероб. і доп. - К.: Либідь, 2007.- 656 с.
- [2] Фоменко А.М., Шарейко Д.Ю. Комплектні електроприводи: У 3 ч. Ч. 1: Аналогові комплектні електроприводи: Навчальний посібник. - Миколаїв: НУК, 2010. - 144 с.
- [3] Фоменко А.М., Шарейко Д.Ю. Комплектні електроприводи: У 3 ч. Ч. 2: Цифрові комплектні електроприводи: Навчальний посібник. - Миколаїв: НУК, 2014. - 142 с.
- [4] Комплектні електроприводи. Ч. 3. Сервоелектроприводи [Електронний ресурс] : навч. посібник : електрон. вид. комбін. використання на DVD-ROM. У 3 ч. Ч. 3. Сервоелектроприводи / І. С. Білюк, Д. Ю. Шарейко, А. М. Фоменко, О. В. Савченко. - Миколаїв : НУК, 2018.
- [5] Перетворювачі частоти Lenze 8200 Vector 0,25 - 90 кВт / електронний ресурс:.. режим доступу: <https://svaltera-nikolaev.uaprom.net/ua/p27902818-preobrazovateli-chastoty-lenze.html>
- [6] Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Н.Л. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник для студ. Высш. Учеб. Заведений. - 3-е изд., испр. - М: Издательский центр «Академия», 2007. - 576 с.

SCIENTIFIC EDITION

SCIENTIFIC COLLECTION «INTERCONF+»

№ 45(201) | May, 2024

The issue contains:

Proceedings of the 8th International
Scientific and Practical Conference

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC DISCUSSION:
PROBLEMS, TASKS AND PROSPECTS**

Brighton, United Kingdom
19–20.05.2024

*All materials are reviewed.
The editorial office did not always agree with the position of authors.*

Journal's frequency: monthly

Signed for online publication: May 20, 2024.

Printed: June 19, 2024. Circulation: 200 copies. Format 60×84/8.
Batang & Courier New typefaces. Offset paper 100gsm. Digital color printing.

Contacts of the editorial office:

LLC Scientific Publishing Center «InterConf»
 info@interconf.center
 <https://www.interconf.center>

 Certificate on the entry of publishing business subject in the State Register of Publishers,
Manufacturers and Distributors of Publishing Products of Ukraine: ДК № 7882 of 10.07.2023.