InterConf
Scientific Publishing Center

ISSN 2709-4685

THE ISSUE CONTAINS:

Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference

MODERN KNOWLEDGE: RESEARCH AND DISCOVERIES

Vancouver, Canada
19-20.07.2024

Scientific Collection
InterConf+

№ 47 (209)
July, 2024

OPEN ACCESS

ISSN 2709-4685

InterConf
Scientific Publishing Center

Scientific Collection «InterConf+»

№ 47(209)
July, 2024

THE ISSUE CONTAINS:

Proceedings of the 3rd International
Scientific and Practical Conference

MODERN KNOWLEDGE: RESEARCH AND DISCOVERIES

VANCOUVER, CANADA
July 19-20, 2024

VANCOUVER
2024

ICV (Index Copernicus Value) = 88.21 / 100

UDC 001.1

S 40 *Scientific Collection «InterConf+»*, 47(209): with the Proceedings of the 3th International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries» (July 19-20, 2024; Vancouver, Canada) / comp. by LLC SPC «InterConf». Vancouver: A.T. International, 2024. 512 p.

ISSN 2709-4685
DOI 10.51582/interconf.19-20.07.2024

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;
temur1972@inbox.ru

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

Dan Goltsman (Doctoral student)
Riga Stradiņš University;
Republic of Latvia;
goltsman.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 Veresklia (PhD in Pedagogy)
Lviv State University of Internal Affairs;
Ukraine

Dr. Albena 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+»*, 47(209), 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.

© 2024 Authors
© 2024 A.T. International
© 2024 LLC SPC «InterConf»

TABLE OF CONTENTS

BUSINESS ECONOMICS

	Azmaiparashvili M. Orjonikidze N. Goderdzishvili I.	PROBLEMS AND PROSPECTS OF FAMILY HOTEL BUSINESS DEVELOPMENT IN GEORGIA	8

REGIONAL ECONOMY

	Гордіца К.А.	РЕГУЛЮВАННЯ ЗАЙНЯТОСТІ ТА СОЦІАЛЬНО-ТРУДОВИХ ВІДНОСИН У ПОВОЄННИЙ ПЕРІОД: ДОСВІД ЗАХІДНОЇ ЄВРОПИ	17

INTERNATIONAL ECONOMICS AND INTERNATIONAL RELATIONS

	Filatov M.	SINO-RUSSIAN COOPERATION IN THE FIELD OF NANOTECHNOLOGIES IN 2018-2021	30
	Huseynova N.	TRANSITION TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND GREEN ECONOMY	47
	Музуров Д.А.	ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У КОНТЕКСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ В КРАЇНАХ ЄС	55

MANAGEMENT

	Natiq H.Pasha Eyup Zengin	RESTORATION AND RESILIENCE STRATEGIES FOR SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT	62
	Гетьман О.О. Величко Я.І.	ЕФЕКТИВНІСТЬ ТРАНСФОРМАЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ: СУЧАСНИЙ ПІДХІД ТА СИСТЕМА ОЦІНКИ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	80

FINANCE AND CREDIT

	Tchiotashvili D. Chitadze K.	DEPOSIT INSURANCE RISK PORTFOLIO INVESTMENT POLICY, MANAGEMENT AND RESULTS IN GEORGIA	99

ACCOUNTING AND AUDITING

	Гайдучок Т.С. Івашко Т.М.	ОПТИМІЗАЦІЯ ВНУТРІШНЬОГО КОНТРОЛЮ ВИТРАТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ: КЛЮЧОВІ ПІДХОДИ ТА ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	110
	Лежненко Л.І.	ЗВІТ ПРО УПРАВЛІННЯ: НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ СКЛАДАННЯ ТА ПОДАННЯ	122

PEDAGOGY AND EDUCATION

Драновська С.В.	ОРГАНІЗАЦІЯ АКТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ НА УРОКАХ ІСТОРІЇ В КОНТЕКСТІ ВИМОГ ДЕРЖАВНОГО СТАНДАРТУ БАЗОВОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	130
Стадник І.Ю. Пшенишна Н.М.	ВИВЧЕННЯ ПРАКТИК ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ МІСТА ЧЕРКАСИ ТА ЇХ РОЛЬ В ПІДВИЩЕННІ ЯКОСТІ ОСВІТИ	139

PHILOSOPHY AND COGNITION

Вастьянов Р.С.	ВЗАЄМОВІДНОШЕННЯ ФІЛОСОФІЇ ТА ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ МЕДИЦИНИ. НОЗОЛОГІЯ, ПАТОГЕНЕЗ ТА САНОГЕНЕЗ ЯК КАТЕГОРІЇ В ТЕОРЕТИЧНІЙ МЕДИЦИНІ	147

POLITICAL SCIENCE AND PUBLIC ADMINISTRATION

Salkhinashvili M. Giguashvili G.	BRIEF LEGAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF THE CORRUPTION PROBLEM IN GEORGIA	161

PHILOLOGY AND LINGUISTICS

Mustafayeva A.	LITOTES IN AZERBAIJANI AND ENGLISH LITERATURE	173

LITERARY STUDIES

Бабай П.М.	РИТУАЛЬНО-МЕТАЛІТЕРАТУРНА НАРАЦІЯ У ТРИЛОГІЇ ВОЛОДИМИРА СОРОКІНА «МЕТЕЛЬ», «ДОКТОР ГАРИН», «НАСЛЕДИЕ»	180

JOURNALISM AND TELECOMMUNICATIONS

Мадей А.С.	ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛЮДСЬКОГО КОНТРОЛЮ ЯК ВАЖЛИВИЙ ФАКТОР ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В РОБОТІ МЕДІА	189

LAW AND INTERNATIONAL LAW

Băieşu A.	PRINCIPLES AND RULES APPLICABLE IN THE INTERNATIONAL ARBITRATION: ASPECTS OF COMPARATIVE LAW	196
Гулейков І.Ю.	СПІВВІДНОШЕННЯ ЦИФРОВОГО ТА ВІРТУАЛЬНОГО АКТИВУ	210

HISTORY AND ARCHEOLOGY, ARCHIVAL STUDIES

UA	Худолей О.С.	ІНТЕРАКТИВНІ МЕТОДИ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ІСТОРІЯ ТА КУЛЬТУРА УКРАЇНИ»	216
UA	Шульга А.В.	СКИФСКИЙ ЯЗЫК ВРЕМЕН ГЕРОДОТА	223

MEDICINE AND PHARMACY

UA	Talabko Y.O. Tyravska Y.V. Savchenko O.V.	ESTIMATING OF END-TIDAL CARBON DIOXIDE PARTIAL PRESSURE IN PATIENTS WITH CARDIOVASCULAR DISEASES AT REST AND DURING PHYSICAL ACTIVITY: MINIREVIEW	243
KZ	Батырова А.Н. Аблашимов Р.Р. Мусаев К.Х. Бектан Ж.С.	ПРИЧИНЫ НАРУШЕНИЯ СИСТЕМЫ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ	252
KZ	Батырханова С.Б. Шедірбаева Ә.М. Қадырбай Т.А. Жайсанбаева Л.А.	АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИНТУБАЦИИ ПАЦИЕНТОВ	259
KZ	Макаревич Е.Н. Еренсіз Р.Д. Сарсенбеков А.Т. Өтебаев Қ.Қ.	ОСТРАЯ СЕРДЕЧНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ, СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И ИНТЕНСИВНАЯ ТЕРАПИЯ	264
UA	Смілянська М.В. Волянський А.Ю. Дідоренко Т.П. Карлова Т.О. Мороз М.П.	ВАКЦИНАЦІЯ ПРОТИ ПОЛІОМІЄЛІТУ – ПРОБЛЕМИ СЬОГОДЕННЯ	278
KZ	Тулеханова С.Д. Махамедов М.Т. Бекболат М. Ғабдуали А.А.	МЕТОДЫ НЕИНВАЗИВНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ	285
KZ	Чурсин В.В. Утаров Н.Т. Қалдыбай Н.Ж. Ықтияруұлы Б.	РЕГИОНАРНАЯ АНЕСТЕЗИЯ В АКУШЕРСТВЕ	291
KZ	Чурсин В.В. Югай С.В. Аббас Б.Ә.	ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЕ ЛЕЧЕНИЕ БОЛИ	296

NATURE MANAGEMENT, RESOURCE SAVING AND ECOLOGY

UA	Rii I. Bochko O.	ANALYSIS OF METHODS FOR ASSESSING THE ACCURACY OF DETERMINING THE AREA OF LAND PLOTS	307

ENERGETICS

UA	Biliuk I. Buhrim L. Savchenko O. Havrylov S. Trushkin O.O.	THE MODEL OF THE INSTALLATION FOR HOT GALVANIZING	321

	Білюк І.С. Бугрім Л.І. Савченко О.В. Шарейко Д.Ю. Гаврилов С.О. Трушкін О.О.	ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ КЕРУВАННЯ У КОМПЛЕКТНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ НЕЛІНІЙНИХ РЕГУЛЯТОРІВ	332
	Білюк І.С. Савченко О.В. Васильєв О.Г. Бугрім Л.І. Перевозчиков П.К.	АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД НАСОСА ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ВОДИ	342

PHYSICS AND MATHS

	Samar H.	CONCISE GUIDE FOR FERMI SURFACE	356

CHEMISTRY AND MATERIALS SCIENCE

	Tsitsishvili V. Amirkhanashvili K.	APPLICATION, STRUCTURE, SALTS AND COMPLEXES OF LIDOCAINE: A REVIEW. PART VII. STRUCTURE OF BIS(LIDOCAINE) DIAQUATETRATHIOCYANATONICKELATE(II)	363

LIGHT INDUSTRY AND FOOD INDUSTRY

	Колеснікова М.Б. Хлопова А.С.	ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПАШТЕТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ БІЛКОВИХ КОМПОНЕНТІВ	382

RADIO ENGINEERING, ELECTRONICS AND ELECTRICAL ENGINEERING

	Васильєв Ю.С. Нгуєн Тхань Лонг	ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМУ ПОЛІПШЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ, СПОТВОРЕНИХ ШУМАМИ	389
	Сірий Д.Т. Молчанова К.В. Дев'яткіна С.С.	ПЕРЕХІДНИЙ СТРУМ ТРИФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ	400
	Шкварницька Т.Ю. Яреміч Т.І.	ВПЛИВ ВІДХИЛЕННЯ ВЕЛИЧИН ЕЛЕМЕНТІВ ФАЗОВОГО КОНТУРУ НА ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИКИ	412

INFORMATION AND WEB TECHNOLOGIES

	Mamatov N. Mirzaeva M.	MODELING AND EVALUATION OF COMPUTING RESOURCES IN COMMUNICATION NETWORKS WITH DEVICE FAILURES	425
	Гриб Д.А. Камалтинов Г.Г. Тютюнник В.О. Третяк В.Ф. Шутько К.В.	ВИМОГИ ДО ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПОДАННЯ ОБ'ЄКТІВ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ	439

Кацалап В.О. Міхєєв Ю.І. Грищук О.М.	СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВАЖЛИВОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ ТЕЛЕВІЗІЙНОГО ПРОСТОРУ	456
Коломійцев О.В. Рибальченко А.О. Бондаренко С.В. Третяк В.Ф. Воронін В.В. Слободенюк Ю.В. Костащук М.М. Шабанов Д.М. Любченко О.В. Литвиненко В.В. Матвієнко В.В.	МОДЕЛІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ДАНИХ В БІЛІНГОВИХ OLTP-СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ РАНГОВОГО ПІДХОДУ ДО РІШЕННЯ ЗАДАЧІ ЦІЛОЧИСЕЛЬНОГО ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ З БУЛЕВИМИ ЗМІННИМИ	462

ARCHITECTURE, CONSTRUCTION AND DESIGN

Болотов Т.Т. Абдусаматов К.Б. Канатбеков Н.К.	ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	482
Корнілова Л.В.	БІОФІЛЬНІСТЬ ЯК КЛЮЧОВА ІДЕЯ АРХІТЕКТУРИ	492

MILITARY AFFAIRS AND NATIONAL SECURITY

Азаренко О.В. Гончаренко Ю.Ю. Дівізінюк М.М. Землянський О.М. Фаррахов О.В.	УМОВИ ЄДИНОСТІ РІШЕННЯ ЗАДАЧІ ЗВОРОТНОГО РОЗСІЮВАННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ОБРАЗУ МАЛОЇ ПОВІТРЯНОЇ ЦІЛІ	499

Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries»

(July 19-20, 2024). Vancouver, Canada

No 209

ENERGETICS

DOI 10.51582/interconf.19-20.07.2024.033

Автоматизований електропривод насоса для охолодження води

Білюк Іван Сергійович[1], Савченко Олег Валерійович[2], Васильєв Олександр Григорович[3], Бугрім Леонід Іванович[4], Перевозчиков Петро Костянтинович[5]

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

[2] завідувач лабораторіями кафедри автоматики;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

[3] кандидат технічних наук, доцент;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

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

[5] студент кафедри автоматики;
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова; Україна

Анотація.
В роботі розглянуто спосіб модернізації системи керування електропривода насоса для охолодження води при виробництві молока.

Ключові слова:
системи керування
моделювання
перехідна характеристика
привод
виробництво молока

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ENERGETICS

Мета. Робота присвячена аналізу автоматизованого електропривода насоса обладнання для охолодження води при виробництві молока.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз існуючих засобів та систем керування електродвигунами змінного струму і на базі цього аналізу вибрати найбільш підходящий;
- скласти математичний опис системи керування і розробити її структурну схему;
- по отриманій структурній схемі провести розрахунок параметрів системи керування електропривода для наступного моделювання;
- провести аналіз динаміки системи керування насоса для охолодження води і визначення найкращих параметрів настроювання регулятора напруги в математичній програмі *Simulink* пакету *Matlab*;
- проаналізувати результати моделювання й обґрунтувати правильність вибору системи керування електропривода;

Об'єкт дослідження – процес автоматизованого керування електроприводом насоса для охолодження води.

Предмет дослідження: режими роботи електрообладнання, динамічні характеристики системи, параметри, що забезпечують підвищення точності системи керування насоса для охолодження води, автоматизація процесів керування режимами роботи насоса з метою зниження енергоємності процесів водопостачання.

Молоко є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганизмів, в тому числі небезпечних для здоров’я людини. У свіжому молоці знаходяться бактерицидні речовини, в наслідку дій яких у перші години кількість мікроорганизмів не тільки не збільшується, а навіть зменшується. Таке явище названо бактерицидною фазою. Подовжити бактерицидну фазу можна , якщо збільшити охолодження свіжого молока [1,2].

Після пастеризації молоко охолоджують з наступних причин:

- швидко охолодити молоко після пастеризації, особливо високої, щоб в молока не з'явився присмак і запах кип'яченого молока;
- швидко холодити молоко до низьких температур (2-3 ° С), щоб в процесі охолодження в молоці не розплодилися мікроби і щоб молоко могло б витримати більш тривале зберігання до

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ENERGETICS

моменту використання його споживачем.

Так, якщо молоко охолодити з 37 °С до 10 °С тривалість бактерицидної фази збільшиться з 2 до 24 годин, а при охолодженні до 5°С вона складатиме 36 годин. Чим нижче температура охолодження, тим довше зберігаються первинні властивості молока. Розвиток більшості молочнокислих бактерій, які викликають псування молока, уповільнюється при температурі молока 10 °С і нижче. Їх життєдіяльність призупиняється при 2 - 3 °С.

Сучасне технологічне обладнання для прийому, пастеризації, охолодження молока та сировини вимагає використання води з температурою не вище +2 °С. Чим ближче до 0 °С буде її температура, тим ефективнішим буде робота системи охолодження, що підвищить якість продукції.

Необхідність охолодження у молочній промисловості вимагає використання проміжного холодоносія, який повинен мати цілий ряд необхідних властивостей – він має бути нетоксичним, недорогим, мати прийнятні теплоперевальні властивості, низьку в'язкість.

Найбільш повно цим вимогам відповідає звичайна льодова вода, яка найбільш часто використовується у молочній та харчовій промисловості. Для отримання максимальної різниці температур при охолодженні рідин її температура повинна бути максимально низькою, тобто мати температуру, близьку до температури замерзання. Однак з технічної точки зору отримання льодової води з температурою 0,5 – 1°С є досить складною задачею [2, 3].

Об'єктом модернізації є система керування електропривода насоса обладнання для охолодження води.

Система призначена для охолодження води, і подачі охолодженої води, яка широко використовується у виробничому процесі. Принципова схема системи представлена на рис.1.

Охолоджувачем води у системі виступає пропіленгліколь. Пропіленгліколь – органічна сполука, що належить до класу двоатомних спиртів. Хімічна формула пропіленгліколя – $C_3H_6(OH)_2$ Це в'язка безкольорова рідина зі слабким запахом, має гігроскопічні властивості (легко поглинає воду).

При нагріванні пропіленгліколь сильно розширюється. Для запобігання викидів рідини з системи охолодження її забезпечують розширювальним бачком і заповнюють

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ENERGETICS

пропіленгліколем не більше ніж на 92 – 94% від загального об'єму.

Пропіленгліколь охолоджується трьома чилерами холодопродуктивністю по 250 кВт/год і, циркулюючи по трубах, охолоджує до температури близької до 0 градусів дистильовану воду, яка знаходиться у резервуарі. Вода перекачується трьома відцентровими насосами до центральної магістралі, звідки її відбирають споживачі.

Компресори включаються почергово і ступінчасто. Кожен з них зв'язаний з насосом - при запуску насоса починає працювати і компресор.

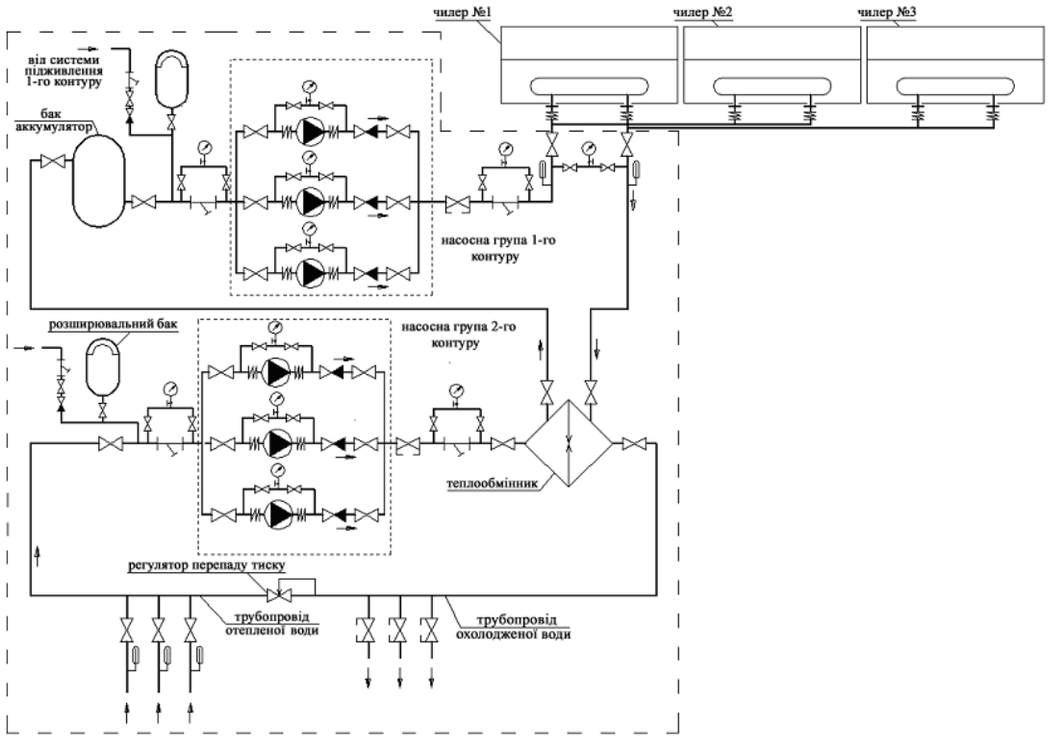

Рисунок 1

Спочатку включається перший компресор на 1 ступінь з 50% потужності. Якщо температура води у резервуарі не досягає необхідного значення, компресор переходить на ступінь у 75% і далі на 3 ступінь у 100% потужності. Якщо при 100% потужності одного компресора температура води у резервуарі не

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ENERGETICS

досягла необхідного значення, включається другий компресор, а після досягнення ним 100%, при необхідності, третій.

При досягненні необхідної температури, або при зменшенні кількості споживачів у цехах, останній компресор переходить на більш низьку потужність, а після досягнення 50%, відключається.

Система циркуляції води по магістралі складається з трьох насосів *Grundfos*, ідентичних насосам у системі циркуляції етиленгліколю, на які йде забір води з баку. З насосів вода йде на спільний колектор, де знаходиться датчик, який забезпечує необхідний тиск води 2,5 кгс/см^2.

З колектора вода поступає на дві головні магістралі. Споживачі під'єднані до головної магістралі трубами і отримують воду з неї через виведені до цехів окремі труби, які, як і основна магістраль, теж являються замкнутими системами. Технічна характеристика насоса наведена у таблиці 1.2.

Таблиця 1

Технічна характеристика насоса Grundfos CRN 90-2 [4]

Найменування параметра	Значення
Номінальна подача *Q*, м^3/год.	90
Номінальний напір *H*, м	29,9
Діапазон температур рідини, °С	-30..120
Макс. тиск при заданій температурі на вході в насос, бар	16 бар / 90 °С
Температура води, що перекачується, °С	20
Номінальна електрична потужність, кВт	15
Номінальний струм,А	28,0-26,0/16,2-15,6
Номінальна напруга,В	3x380-415 D / 660-690 Y V

Насос *Grundfos CRN 90-2* укомплектований стандартним асинхронним двополюсним електродвигуном *Grundfos 160MD* [5].

Основні технічні характеристики 3-х фазного асинхронного стандартного електродвигуна типу *Grundfos 160MD* наведені в таблиці 2.

Застосовувана в цей час система керування приводом є релейно-контакторна. При цьому забезпечується прямий пуск електродвигуна, захист від довгострокового перевантаження й від короткого замикання.

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ENERGETICS

Таблиця 2

Технічні характеристики електродвигуна типу *Grundfos 160MD*

Параметр	Значення
Тип електродвигуна *Grundfos*	*160MD*
Потужність P_H, кВт	15
Номінальна напруга, В	380
Частота обертання валу $n_н$, об./хв.	2950
Струм статора I_H, А (при *U*=380В)	18,5
Ковзання S_H,%	0,7
ККД, %	92
Число пар полюсів	1
Номінальний обертальний момент при повному навантаженні M_H, Н·м	49,0
Кратність пускового обертового моменту $M_{пуск} / M_H$,	2,7
Кратність пускового максимального обертового моменту M_{max} / M_H	3,1
Кратність пускового струму $I_{пуск} / I_н$	7,0
Момент інерції $J_д$, кг·м^2	0,049

Прямий пуск обумовлює наявність пускових струмів і, з огляду на потужність електронасосних агрегатів, значні кидки струмів у мережі споживачів власних потреб. Крім того, швидкий прямий пуск насосів приводить до швидкого наростання тиску на фільтрах очищення продувної води що, у свою чергу, скорочує строк їхньої служби. Нерегульований привод не дозволяє врахувати поступову зміну гідравлічного опору фільтрів у процесі їхньої експлуатації – це приводить до зміни реальної витрати продувної води й, отже, до нерівномірної якості продувки на початку й наприкінці циклу роботи.

З метою модернізації системи керування необхідно провести заміну релейно-контакторної системи керування електроприводом насосного агрегату на систему, що буде забезпечувати:

– плавний пуск привода з можливістю завдання часу пуску;

– плавне перемикання з одного агрегату на другий при зміні робочих насосів;

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ENERGETICS

– регулювання швидкості обертання залежно від зміни навантаження.

Для зниження витрат електроенергії і підвищення якості керування роботою електродвигунів компанією *AC Tech* розроблена серія недорогих економічних перетворювачів частоти *Lenze SMD*, розрахованих на роботу з двигунами в діапазоні потужностей від 0,25 кВт до 22кВт. Вони прості в програмуванні та експлуатації в складі обладнання користувача [7].

Технічні дані перетворювача *Lenze SMD* для керування насосом *GRUNDFOS CR 90-2* наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Технічні дані перетворювача *Lenze SMD*

Тип ESMD	Потуж-ність, кВт	Живлення		Вихідний струм				Автомат
		Напруга, частота	Струм	I_r		I_{max} впродовж 60 с		
			$A^{(3)}$	$A^{(1)}$	$A^{(2)}$	$A^{(1)}$	$A^{(2)}$	
113 L4TXA	11	3/PE 400/480 V (320 V...528 V) 50/60Гц (48 Гц...62 Гц)	27,0	24,0	22,0	36,0	34,0	C 32 A

Функції керування стандартизовані і оптимізовані відповідно до правил керування двигунами. Перетворювачі частоти *Lenze* серії *SMD* є універсальними загальнопромислові частотні перетворювачі зі скалярним алгоритмом керування. Вони забезпечують, як пряме регулювання швидкості обертання електродвигуна, так і автоматичну підтримку параметрів технологічних процесів за допомогою вбудованого ПІ-регулятора.

Сучасні виробники техніки для автоматизації виробництва не приводять даних по внутрішній структурі та параметрам своїх виробів. Розрахуємо параметри моделі, виходячи з загальних положень побудови систем керування електроприводами[8].

Вважаємо інвертор транзисторним з ШІМ регулятором частоти і напруги двигуна і робочою частотою комутації транзисторів 5 кГц та номінальною частотою сформованого струму 50 Гц. Тоді постійна часу інвертора, T_{AI} , с,

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ENERGETICS

$$T_{AI} = \frac{1}{2 \cdot m \cdot f},$$

де m – фазність інвертора,
f – частота струму, Гц.

У нашому випадку маємо m = 3, f = 50 Гц.
Остаточно T_{AI} = 0,0033 с.
Приймаємо коефіцієнт передачі інвертора K_{AI} = 20.
Приймаємо тип регуляторів тиску і струму як пропорційно-інтегральні з коефіцієнтами передачі регуляторів тиску та струму K_{PT} і K_{PC} та постійними часу T_{PT} і T_{PC}.
Для первинних розрахунків приймаємо, що величина постійної часу регулятора тиску T_{PT} дорівнює величині постійної часу двигуна $T_{д}$, а регулятора струму T_{PC} – величині постійної часу інвертора T_{AI}.
Номінальному тиску $H_{ном}$=29,9 м відповідає напруга $U_З$ = 10В.
Таким чином, вважаючи у сталому режимі похибку рівній 0, коефіцієнт датчика тиску, $K_{ДТ}$, В/м,

$$K_{ДТ} = \frac{U_З}{H_{ном}}, \qquad K_{ДТ} = \frac{10}{29{,}9} = 0{,}33 \text{ В/м}.$$

Вважаючи у сталому режимі похибку рівній 0, маємо при розрахунку коефіцієнта підсилювання зворотного зв'язку за струмом $K_{ДС}$, $\frac{В \cdot А}{Н \cdot м}$,

$$K_{ДС} = \frac{U_{РС}}{M_Н / I_Н};$$

$$K_{ДС} = \frac{10}{49/18{,}5} = 0{,}11 \ \frac{В \cdot А}{Н \cdot м}.$$

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ENERGETICS

Коефіцієнти підсилювання регуляторів K_{PT} і K_{PC} вважаємо рівними 10.

Використовуючи отримані раніш дані (ω_H = 308,8 с$^{-1}$, M_H = 49 Н·м) і вважаючи, що в сталому режимі рушійний момент відповідає навантаженню при K_{MO} = 1·10^{-4} , функція навантаження приймає загальний вид

$$M_0(\omega) = 1 \cdot 10^{-4} \cdot \omega^2 .$$

Отримані для елементів структурної схеми дані зводимо до таблиці 4.

Таблиця 4

Вихідні дані для розрахунку перехідних процесів

Параметр	Од. виміру	Значення
Жорсткість робочої частки механічної характеристики	Н·м·с	β = 2,27
Постійна часу двигуна	с	$T_д$ = 0,007
Приведений момент інерції	кг·м^2	J = 0,86
Постійна часу інвертора	с	T_{AI} = 0,00333
Постійна часу ПІ-регулятора тиску	с	T_{PT} = 0,007
Коефіцієнт передачі інвертора	–	K_{AI} = 20
Коефіцієнт підсилення ПІ-регулятора тиску	–	K_{PT} = 10
Постійна часу ПІ-регулятора струму	с	T_{PC} = 0,0033
Коефіцієнт підсилення ПІ-регулятора струму	–	K_{PC} = 10
Передатний коефіцієнт по тиску	В/м	$K_{ДТ}$ = 0,33
Передатний коефіцієнт по струму	$\frac{В \cdot А}{Н \cdot м}$	$K_{ДС}$ = 0,11
Передатний коефіцієнт моменту опору	Н·м·с^2	K_{MO} = 0,0001

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ENERGETICS

На рис. 2 приведений вид моделі для розрахованих раніше параметрів. На вході використовуємо блок *"Step"* – джерело східчастого впливу величиною 10 В. Блоки *"Gain1"* та *"Gain2"* реалізують пропорційну складову ПІ-регуляторів тиску та струму відповідно. Інтегральну складову реалізують блоки *"Transfer Fcn1"* та *"Transfer Fcn2"*. Блок *"Transfer Fcn3"* реалізує передатну функцію інвертора, а блоки *"Transfer Fcn4", "Transfer Fcn5"* – лінеаризовану модель двигуна. Блоки *"Gain4"* та *"Gain5"* відповідають датчикам струму та тиску відповідно. За допомогою блоків *"Gain6", "Gain8"* та *"Gain9"* виконується перерахування отриманих даних у відносні одиниці. Блок *"Scope H"* використовується для отримання графіку перехідного процесу по тиску, блок *"Scope ω"* по частоті обертання а блок *"Scope M"* – по струму[9].

На рисунку 3 відображені перехідні процеси по тиску. Пунктирна лінія відображає графік перехідного процесу із розрахованими параметрами регуляторів K_{PT} =10, T_{PT} = 0,11с.

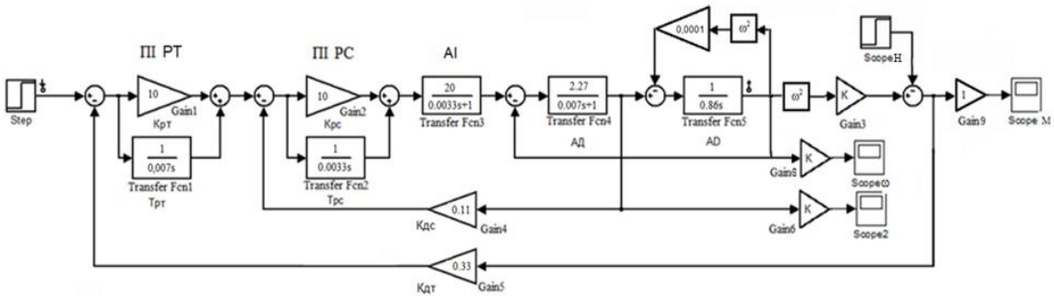

Рисунок 2

Суцільна лінія відображає графік перехідного процесу при зменшенні коефіцієнту передачі регулятора тиску до значення K_{PT} = 1. Штрих-пунктирна лінія відображає графік перехідного процесу при збільшенні коефіцієнту передачі регулятора тиску до значення K_{PT} = 100.

Для аналізу впливу зміни постійної часу регулятора тиску T_{PT} був обраний коефіцієнт підсилювання K_{PT} = 100.

Отримані перехідні процеси відображені на рисунку 4.

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ENERGETICS

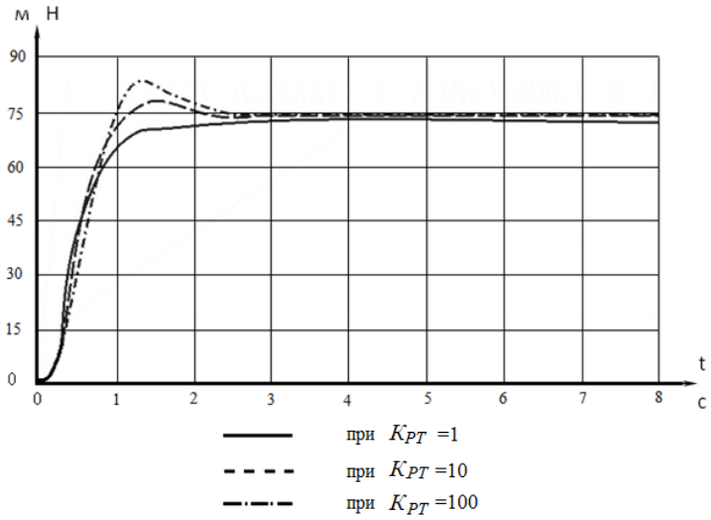

Рисунок 3

Пунктирна лінія відображає графік із початковим параметром постійної часу ПІ-регулятора тиску T_{PT} = 0,11с. Суцільна та штрих-пунктирна лінії відображають відповідно зменшення, та збільшення параметру постійної часу T_{PT} = 0,011с та T_{PT} = 1,1 с.

Найкращі показники якості перехідного процесу по тиску отримані при T_{PT} = 1,1с.

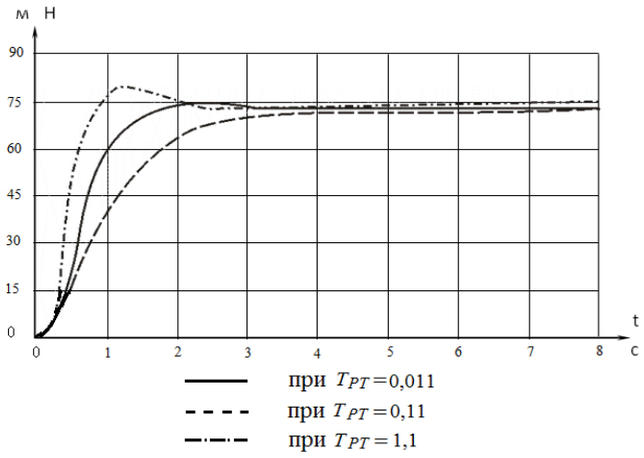

Рисунок 4

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ENERGETICS

Проведений параметричний синтез регулятора струму при зміні параметрів K_{PC} і T_{PC} показав, що показники якості перехідного процесу майже не змінюються.

В результаті аналізу були вибрані такі параметри настроювання регулятора тиску: T_{PT} = 0,011с; K_{PT} = 100 та регулятора струму T_{PC} = 0,0033 і K_{PC} = 10.

Перехідний процес по тиску з вибраними параметрами настройки ПІ-регуляторів представлений на рисунку 6.

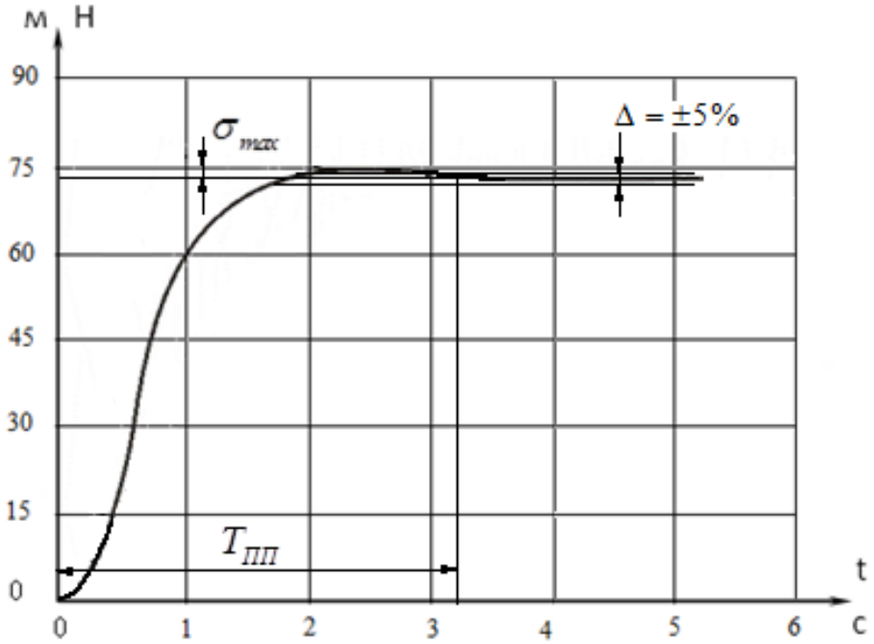

Рисунок 6

Основні показники якості перехідного процесу мають такі значення:

$T_{ПП}$ = 3,2 с, σ_{max} = 2,7%, що забезпечить плавність ходу електропривода, та його безаварійну роботу.

Висновок.

У відповідності з поставленою метою, в роботі проведено аналіз сучасного стану перетворювальної приводної техніки, обгрунтована актуальність модернізації системи керування

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ENERGETICS

електропривода охолоджувального насоса[10].

Розглянуті види промислових систем охолодження, наведені дані про систему циркуляції охолоджувальної води, розглянуті методи регулювання тиску в системі.

Як спосіб стабілізації тиску води в системі вибраний частотний метод регулювання швидкості асинхронного двигуна.

На основі проведеного аналізу систем керування електродвигунами насосів вибраний перетворювач типу *Lenze серіи SMD* з частотним керуванням, наведені його технічні дані та характеристики.

Розглянута функціональна схема двоконтурної системи керування тиску з підлеглим регулюванням струму.

На основі функціональної схеми системи частотного керування складена структурна схема та розраховані її параметри.

Для вдосконалення динаміки системи проведений аналіз динамічних властивостей дослідженої системи керування.

Отримані наступні результати дослідження:

- в результаті параметричного синтезу при варіації параметрами ПІ-регулятора тиску вибрані такі параметри настроювання регулятора, які забезпечили необхідні динамічні властивості системи $T_{ПП}$ = 3,2 с, σ_{max} = 2,7%, N = 1, ε = 0, які забезпечили плавність ходу електропривода та його безаварійну роботу.

Таким чином, можна зробити висновок, що дана модернізація покращила динамічні характеристики системи[11]. Отримані результати підтверджують вирішення задач по вдосконаленню динамічних якостей системи керування насоса. Таким чином, основна мета роботи виконана.

References:

[1] Посібник "Стратегії і практики ресурсоефективного та більш чистого виробництва в молочній промисловості" [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.recpc.org/wp-content/uploads/2020/09/Guide-Dairy-Industry-2017-UKR-.pdf.
[2] Черевко О. І., Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / О. І. Черевко, А. М. Поперечний. — 2-е видання, доп. та випр. — Х.: Світ Книг, 2014. — 495 с.
[3] Білюк, І. С., Шарейко, Д. Ю., Фоменко, А. М., & Савченко, О. В. (2018). Комплектні електроприводи. Ч. 3. Сервоелектроприводи.
[4] Вертикальний багатоступінчастий відцентровий насос Grundfos

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ENERGETICS

CRN 90-2 URL:https://ftg.com.ua/pump_book/vertykalni_bahatostupinchasti/vertykalni_bahatostupinchasti3115.htm/

[5] Электродвигатель Grundfos MG160MD. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.ecomaks.ru/catalog/grundfos_mg_ml_160/9714-mg160md.

[6] Білюк, І. С., Савченко, О. В., Теплов, С. А., Харчук, Р. В., & Холоденко, Д. К. (2021, December). СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСА ЗРОШУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ. In *The XII International Science Conference «Topical tendencies of science and practice* (p. 539).

[7] Перетворювачі частоти Lenze AC Tech серії 8200 SMD 0,25 – 22 кВт. Інструкція з експлуатації.

[8] Терехов В. М. Системы управления электроприводов: учебник для стул.высш.учеб.заведений / В. М. Терехов, О. И. Осипов; под ред. В. М. Терехова.- 2-е изд.,стер.-М.:Издательский центр "Академия",2006.-304с.

[9] Герман-Галкин, С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0 / С.Г. Герман-Галкин. – СПб.: Корона принт, 2001. – 320с.

[10] Biliuk, I., Savchenko, O., Havrylov, S., Novogreckij, S., & Dorosh, B. (2023). Stand for research of the electric position drive of ship mechanisms and devices based on a three-phase collector-less motor. *Scientific Collection «InterConf+»*, (34 (159)), 262-270.

[11] Билюк, И., Шарейко, Д., Савченко, О., Гаврилов, С., Мардзявко, В., и Фоменко, А. (2022, октябрь). Повышение эффективности работы элеваторной нории. В *2022 году IEEE 4-я Международная конференция по современным электроэнергетическим системам (MEES)* (стр. 1-5). IEEE.

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

SCIENTIFIC EDITION

SCIENTIFIC COLLECTION «INTERCONF+»

№ 47(209) | July, 2024

The issue contains:

Proceedings of the 3th International
Scientific and Practical Conference

MODERN KNOWLEDGE: RESEARCH AND DISCOVERIES

Vancouver, Canada
19-20.07.2024

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

Journal's frequency: monthly

Sighed for online publication: July 20, 2024.

Printed: August 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.