



THE ISSUE CONTAINS:

Proceedings of the 8th
International Scientific
and Practical Conference

**SCIENTIFIC GOALS AND
PURPOSES IN XXI CENTURY**

Seattle, USA
19-20.05.2025

SCIENTIFIC COLLECTION
INTERCONF+

No 57 [248]
May, 2025



Scientific Collection «InterConf+ »

No 57(248)

May, 2025

THE ISSUE CONTAINS:

Proceedings of the 8th International
Scientific and Practical Conference

SCIENTIFIC GOALS AND
PURPOSES IN XXI CENTURY

SEATTLE, USA

May 19–20, 2025



SEATTLE
2025

UDC 001.1

S 40 *Scientific Collection «InterConf+»*, 57(248): with the Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference «Scientific Goals and Purposes in XXI Century» (May 19-20, 2025; Seattle, USA) / comp. by LLC SPC «InterConf». Seattle: ProQuest LLC, 2025. 677 p.

ISSN 2709-4685

DOI 10.51582/interconf.19-20.05.2025

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

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

Mariana Vereskliia (PhD in Pedagogy)
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;

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

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

Giuli Giguashvili (Doctor of Economics),
Gori State University, Georgia;

Tamar Makasarashvili (Doctor of Economics),
Gori State University, Georgia;

Khaliana Chitadze (Doctor of Economics),
Gori State University, Georgia;

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;

Asta Marija Inkėnienė (Doctor of Pharm. Sc.),
Lithuanian University of Health Sciences,
Republic of Lithuania;

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;

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

Larysa Kupriianova (PhD in Medicine)
Humanitas University, Italy

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

Please, cite as shown below:

1. Surname, N. & Surname, N. (2025). Title of an article. *Scientific Collection «InterConf+»*, 57(248), 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

	Bolat Y.	SLEEP DEPRIVATION AND ENTREPRENEURIAL DECISION QUALITY: DEVELOPING A FRAMEWORK FOR SUSTAINABLE PRODUCTIVITY AMONG YOUNG ENTREPRENEURS	9
	Salkhinashvili M. Giguashvili G.	ECONOMIC AND LEGAL CHALLENGES OF GEORGIA'S IRRIGATION SYSTEM	17

REGIONAL ECONOMY

	Heydarli N.B.	ANALYSIS OF COINTEGRATION RELATIONSHIPS IN THE STUDY OF THE IMPACT OF ECONOMIC DEVELOPMENT ON THE ENVIRONMENT IN THE NAKHCHIVAN REGION	26
	Heydarli N.B.	ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF ECONOMIC DEVELOPMENT IN THE BAKU REGION	39
	Shahbazova S.T.	THE ANALYSIS OF COINTEGRATION RELATIONSHIPS IN THE STUDY OF ECONOMIC GROWTH IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN	50
	Павлик В.П.	УМОВИ ПЛАНУВАННЯ МІЖНАРОДНОГО ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ В АГРОСФЕРІ	67

INTERNATIONAL ECONOMICS AND INTERNATIONAL RELATIONS

	Əzizova G.N.	AZƏRBAYCAN RESPUBLIKASININ XARICI TİCARƏT COĞRAFIYASININ STATISTİK TƏHLİLİ	87
	Kazimova Z.	DIGITAL TRANSFORMATION AND GENDER EQUALITY: THE ROLE OF WOMEN IN THE LABOR MARKET	101
	Ogir O.	THE WAR IN UKRAINE AS A HILP EVENT. A WAKE-UP CALL FOR GLOBAL RESILIENCE	112

MANAGEMENT

	Nwachukwu C.M. Olaoluwa J.A. Ifekwe I.K.	ENERGY DEVELOPMENT AND ACCESS TO ELECTRICITY IN NIGERIA	122
	Дубицкий А.А. Амангелді Қ.М.	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОКАЗАНИЯ ГИНЕКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ В КРУГЛОСУТОЧНОМ СТАЦИОНАРЕ НА ПЛАТНОЙ И БЕЗВОЗМЕЗДНОЙ ОСНОВЕ В РАМКАХ КЛИНИКИ ТОО ЭКОЛАЙФ	129

	Stoyanov A.O. Turchyn M.I. Gurienko O.V. Kalashnikov V.Y. Stoyanov O.M. Nanish I.I.	DEVICES FOR MOVEMENT AND POSSIBILITIES OF THEIR IMPROVEMENT	339
	Гостева Д.В. Бондаренко М.А. Зайцева О.В.	ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НЕІНВАЗИВНОГО МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ГЛЮКОЗИ В КРОВІ	349
	Зейнешова А.Ж. Арыстанов Ж.М.	ФАРМАЦЕВТИКАЛЫҚ МАМАНДАРДЫ ДАЯРЛАУ МЕН ДАМУДАҒЫ GOOD PHARMACY PRACTICE (GPP) СТАНДАРТЫНЫҢ РӨЛІН ЗЕРТТЕУ	359
	Иманалиева Л.Б. Арыстанов Ж.М.	ДӘРІХАНАЛЫҚ ҰЙЫМДАР МЕН ФАРМАЦЕВТИКАЛЫҚ КОМПАНИЯЛАРДА КОРПОРАТИВТІК МӘДЕНИЕТТІҢ ҚАЛЫПТАСЫП ДАМУЫН ЗЕРТТЕУ	370
	Іонашку Е.Р. Бондаренко М.А.	ЗАГРОЗА МІКРО І НАНОПЛАСТИКУ ДЛЯ ЛЮДСТВА	380
	Шырынбай А.Б. Ілес Н.Е. Билялова Г.Т.	АНАЛЫҚ БЕЗДЕГІ ГОРМОНАЛДЫ ӨЗГЕРІСТЕРДІҢ АРТЫҚ САЛМАҚТЫҢ ДАМУЫНА ӨСЕРІ: ПАТОГЕНЕЗІ МЕН ТҮЗЕТУ ӘДІСТЕРІ	392

ENERGETICS

	Pazilkhanov A. Bissembayev A.	TOWARDS A MORE EFFICIENT GRID: OPTIMIZING POWER DELIVERY AND MINIMIZING LOSSES	408
	Шарейко Д.Ю.	ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ ВЕРСТАТИВ	434

CHEMISTRY AND MATERIALS SCIENCE

	Abilova Z.O. Guluzadeh S.N.	NANOSTRUCTURED MATERIALS AND THEIR ROLE IN MOLECULAR-LEVEL CHEMICAL REACTIONS	449
	Aghazada N.M.	PROCESS SIMULATION AND OPTIMIZATION IN CHEMICAL REACTOR DESIGN	454
	Asadli S.Y. Rustamova S.N. Mammadzada R.R.	APPLICATION OF PETROLEUM CHEMISTRY IN THE PRODUCTION OF VALUE-ADDED PRODUCTS	461
	Elyasova J.E.	DEVELOPMENT OF GREEN ANALYTICAL METHODS FOR PHARMACEUTICAL COMPOUNDS	467
	Hasanli Z.Q.	UTILIZATION OF INDUSTRIAL CHEMICAL WASTE IN THE PRODUCTION OF ECO- FRIENDLY MATERIALS	473
	İsmayıllova S.T.	ADVANCEMENTS IN NANOTECHNOLOGY AND THEIR APPLICATIONS IN MATERIALS SCIENCE AND CHEMICAL ENGINEERING	478
	Aliyeva N.M.	INTEGRATION OF BIOLOGICAL REACTORS INTO CHEMICAL ENGINEERING FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION	484

ENERGETICS



DOI 10.51582/interconf.19-20.05.2025.042

Фізичне моделювання та налагодження верстатів

Шарейко Дмитро Юрійович¹

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

Анотація.

Розроблено лабораторний стенд для фізичного моделювання робочих процесів верстатів з числовим програмним керуванням. Здійснено дослідження впливу різних регуляторів на діапазон керування. Розробка стенда здійснюється за допомогою комплектного асинхронного електропривода Lenze. Програмований логічний контролер (ПЛК) Tecomat Foxtrot CP-1005, що входить до структури стенда дозволяє легко змінювати циклограми навантаження згідно тих, що притаманні будь яким верстатам. Передбачається за допомогою цього стенду здійснювати перевірку адекватності теоретичних положень щодо систем керування нелінійних електроприводів.

Ключові слова:

Лабораторний стенд
програмований логічний контролер
електропривод
комплектний електропривод
верстат
циклограма навантаження
регулятор
електродвигун
показники якості керування
діапазон керування

ENERGETICS

Вступ. Проведення експериментального дослідження здійснюється завдяки «Стенду фізичного моделювання нелінійних процесів» [1]. Він побудований на основі механічно зв'язаних між собою асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором та двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Функціонально стенд складається з двох частин: привід змінного струму з асинхронним двигуном, що виконує роль виконавчого двигуна та привід постійного струму з двигуном постійного струму, що реалізує навантаження на виконавчий двигун. Головним керуючим елементом стенду є промисловий програмований логічний контролер (ПЛК) *Tecomat Foxtrot CP-1005*, що здійснює керування швидкістю обертів валу асинхронного двигуна *Transtecno MS7124* та моментом навантаження двигуна постійного струму *П12М720М5*. Реальний сигнал завдання за швидкістю з ПЛК відпрацьовується перетворювачем частоти *Lenze ESMD 751L4TXA*, який шляхом зміни частоти та величини своєї вихідної напруги керує асинхронним двигуном. Сигнал завдання за моментом навантаження поступає на привод постійного струму *Lenze Speed Controller 532*, що змінює величину вихідної постійної напруги, яка подається на обмотку збудження двигуна постійного струму. Обмотка якоря двигуна замкнута накоротко, отже створюваний момент навантаження є пропорційним струму збудження. Таким чином, двигун працює в генераторному режимі та створює протидіючий момент навантаження на виконавчий двигун. Структурну схему експериментальної установки наведено на рисунку 1.

Така побудова системи навантаження є повністю безпечною для двигуна з точки зору перевантажень та дозволяє, на відміну від традиційних методів введення додаткового опору в коло якоря, керувати процесом навантаження програмно за допомогою прикладеної напруги.

Система має головний зворотній зв'язок за швидкістю за рахунок використання тахогенератора, що підключено до входів ПЛК. Отже, реалізація принципу керування, побудова регуляторів системи, створення задаючого впливу, створення навантаження та відстеження реальних параметрів приводу здійснюються програмно, що дозволяє в повністю автономному режимі проводити дослідження без втручання в електромеханічну систему стенда.

ENERGETICS

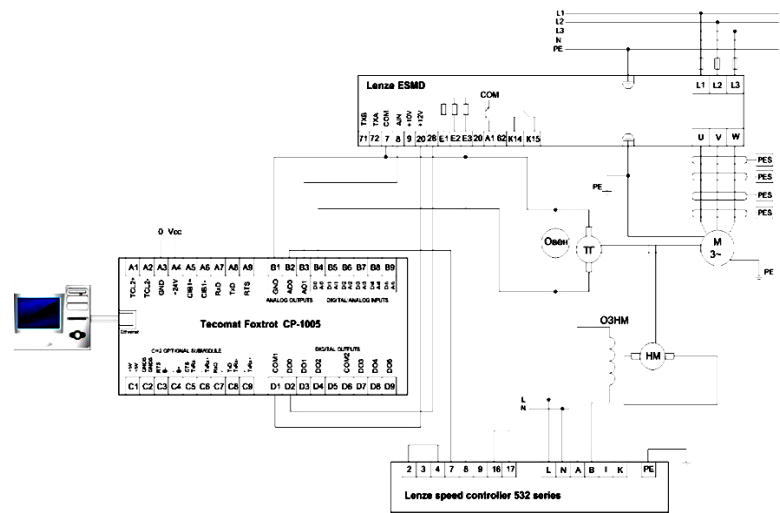


Рисунок 1

Таким чином, завдяки застосуванню схеми стає можливим моделювання реальних промислових об’єктів, що керуються комплектними електроприводами. Перевагами такого стенду є можливість за допомогою програми в ПЛК проводити фізичну реалізація довільного навантаження на об’єкт моделювання та в автоматичному режимі аналізувати параметри технологічного процесу. Головний контролер має зв’язок з ПК через інтерфейс *Ethernet*, що дозволяє в інтерактивному режимі стежити та керувати його роботою в реальному часі. На рисунку 2 подано зовнішній вид шафи з керуючими елементами стенда.



Рисунок 2

ENERGETICS

Приводна електромеханічна частина стенду, що складається з асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором, двигуна постійного струму з незалежним збудженням та тахогенератора, змонтована на спеціальну захищену раму. У відкритому стані вона наведена на рисунку 3. Загальний робочий стан установки можна бачити на рисунку 4.



Рисунок 3

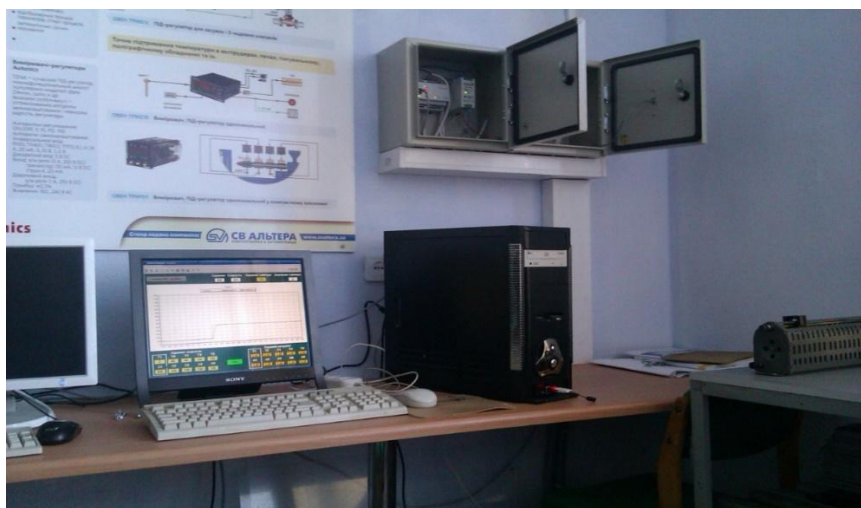


Рисунок 4

ENERGETICS

Для роботи з даним обладнанням використовується спеціалізоване програмне забезпечення для програмування ПЛК пакету *Mosaic*, [2] а також візуалізаційне середовище (пакет *Scada*) *Reliance 3*.

На основі розробленого інтерфейсу візуалізації за допомогою *Reliance 3* реалізована можливість зручного керування роботою установки та відстеження графіку перехідного процесу за швидкістю. Процес розгону та зупинки між різними заданими швидкостями можна бачити на рисунку 5, де зображено роботу інтерфейсу *Reliance 3* при працюючому стенді.



Рисунок 5

Для гнучкої настройки параметрів, редагування програми роботи та відстеження всіх змінних системи у режимі реального часу застосовується потужний інструментарій програмування середовища *Mosaic*. На рисунку 6 представлено робоче вікно програми з декларуванням змінних на програмній мові *ST*.

ENERGETICS

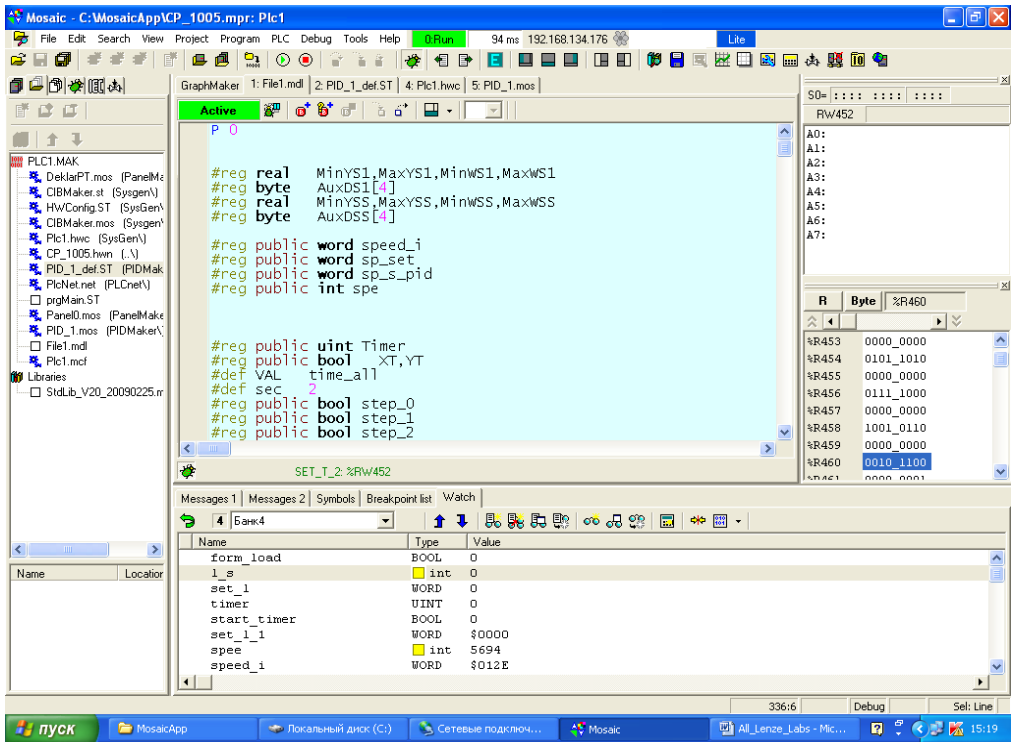


Рисунок 6

Даний пакет дозволяє повністю контролювати роботу головного контролера стенду, оперативно вносити зміни в алгоритм його роботи та проводити безупинну відладку робочої програми в режимі реального часу. Окрім того, застосування вбудованої бібліотеки *PID_Maker* суттєво спрощує процес побудови топології регуляторів [2], адже дозволяє проводити зручну інтерфейсну настройку всіх додаткових змінних процесу та реалізовувати алгоритм авто підбору параметрів при пробних запусках, що на реальних об'єктах є невід'ємною частиною процедури настройки складних структур з ПІД-регуляторами.

Мета і завдання дослідження. На основі існуючих теоретичних досліджень провести випробовування розробленого стенда.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Провести фізичне моделювання налагодження верстату з числовим програмним керуванням на циклограму навантаження, що створена за допомогою ПЛК .

ENERGETICS

2. Зробити дослідження впливу законів керування на діапазон регулювання у електроприводі.

3. Довести доцільність використання комплектного електропривода у складі розробленого стенда.

Основна частина. Мета експерименту полягає у відтворенні принципів та методик впливу на загальний діапазон керування приводів при зміні законів регулювання, а саме в цілеспрямованій настройці параметрів регуляторів з метою збільшення діапазону керування.

Отже, задача досліджу – отримати перехідні процеси за швидкістю, тобто головною координатою привода, за умови застосування різних типів регуляторів системи та зміни їх параметрів на основі математичного апарату та результатів теоретичного аналізу питання діапазону керування, що наведено в [3, 4].

В експериментальній установці двигун постійного струму використано як навантажувальну машину, тобто він працює в генераторному режимі від виконавчого асинхронного двигуна. Тому для адекватної інтерпретація результатів досліджу потрібно враховувати рівень адаптації моделі експериментального стенду.

Експеримент можемо провести на підставі твердження про оборотність електричних машин, що є слідством однакового алгоритму перетворення електричної енергії в механічну і механічної в електричну. Таким чином, електричні машини взаємозамінні: будь-який електродвигун може використовуватися в якості генератора і навпаки. Окрім того, на рівні структури, модель привода постійного струму по суті не відрізняється від аналогічної моделі привода з двигуном з короткозамкненим ротором, адже процес перетворення енергії має однакові характеристики [5, 6]. З точки зору проектування системи керування кожен виконавчий двигун є об'єктом з динамічними властивостями, що з певним рівнем точності моделюються як звичайні коливальні ланки з відомими параметрами [3–6].

Порядок проведення експерименту включає настройку параметрів регуляторів системи у спосіб, що є загально визнаним на практиці [3, 4], головна мета якого – отримати задовільний перехідний процес розгону двигуна із відомими показниками якості. На настроєну таким чином систему в усталеному режимі подається номінальне навантаження з метою

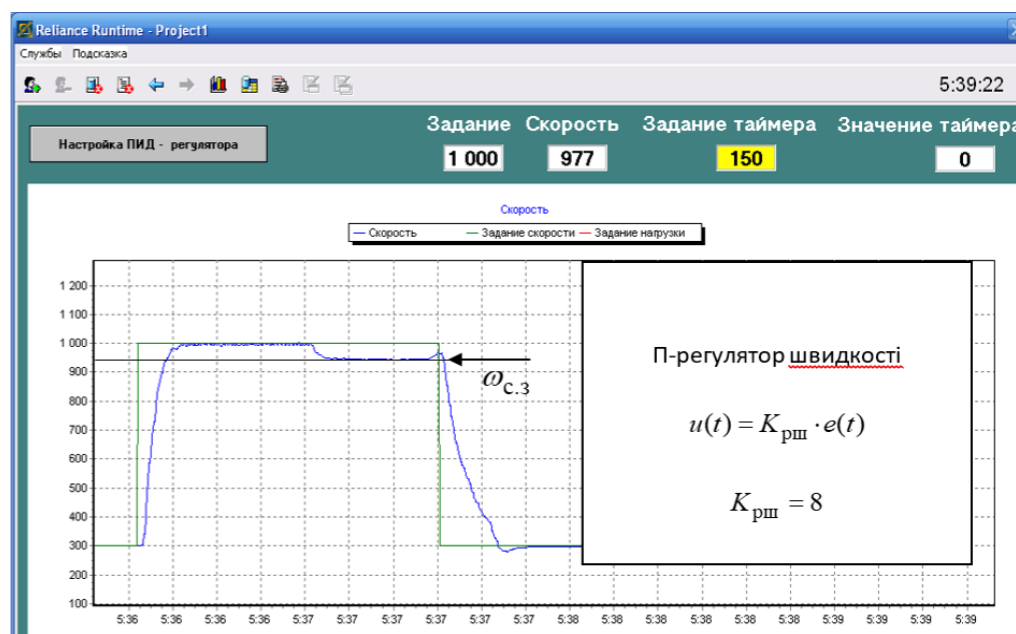
ENERGETICS

одержати графік перехідного процесу за його відпрацюванням. На основі даних про динамічне відпрацювання навантаження робиться висновок про можливий діапазон керування привода за умови такої настройки закону регулювання.

Надалі проводиться повторна настройка параметрів регуляторів на підставі математичних положень та висновків [3,4], головна мета яких полягає в збільшенні діапазону керування. В усталеному режимі така система також піддається накиду номінального навантаження, що дозволяє зафіксувати його динамічне відпрацювання для визначення нового створеного діапазону керування системи.

Визначена процедура повторюється для різних типів регуляторів системи за швидкістю, на основі якої проводиться аналіз можливості впливу на діапазон керування за рахунок законів керування в реально діючій установці на підставі визначеної теорії.

Розглянемо випадок застосування П-регулятора швидкості. При звичайній настройці коефіцієнта підсилення на аперіодичний процес перехідна характеристики за швидкістю при розгоні двигуна до 1000 об/хв матиме вид, що представлено на рисунку 7.



ENERGETICS

В момент усталеного процесу роботи на привод подається навантаження, що стає причиною динамічного спаду швидкості до 939 об/хв. Тому за умови визначення діапазону [3,4] розраховуємо:

$$\omega_{\min} = \omega - \omega_{c.3} = 1000 - 939 = 61 \text{ об/хв}; \quad D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} = \frac{1000}{61} = 16.39. \quad (1)$$

Отже, при такому регуляторі діапазон для конкретного привода складатиме 1:16,39.

Для збільшення діапазону керування виконаємо настройку П-регулятора у порядку зазначеному [3,4]. Тобто, для збільшення

D необхідно збільшити $K_{\text{рш}}$. Шляхом параметричного синтезу можливо досягти $K_{\text{рш}} = 18$ при чому система буде мати перехідні процеси за швидкістю з відпрацюванням накиду навантаження, що наведено на рисунку 8.

Таким чином, для даного випадку маємо наступне визначення:

$$\omega_{\min} = \omega - \omega_{c.3} = 1000 - 971 = 29 \text{ об/хв}; \quad D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} = \frac{1000}{29} = 34.48. \quad (2)$$

З виразу 2 отримуємо збільшений діапазон керування у 1:34,48.

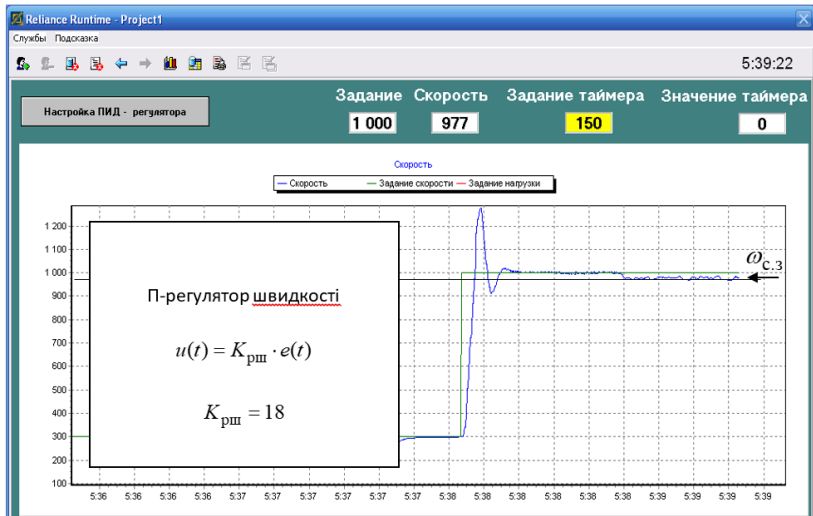
Як видно з рисунку 8 такий підхід супроводжується суттєво погіршеним перехідним процесом пуску двигуна з перерегулюванням до 25% та підвищеною коливальністю, що повністю співпадає з теоретичними розрахунками.

Розглянемо випадок застосування ПІ-регулятора швидкості. Завдяки стандартним методикам розрахунку та із застосуванням можливостей програмної автоматичної настройки в програмному середовищі *Mosaic* було отримано параметри ПІ-регулятора швидкості, що забезпечує перехідний процес представлений на рисунку 9.

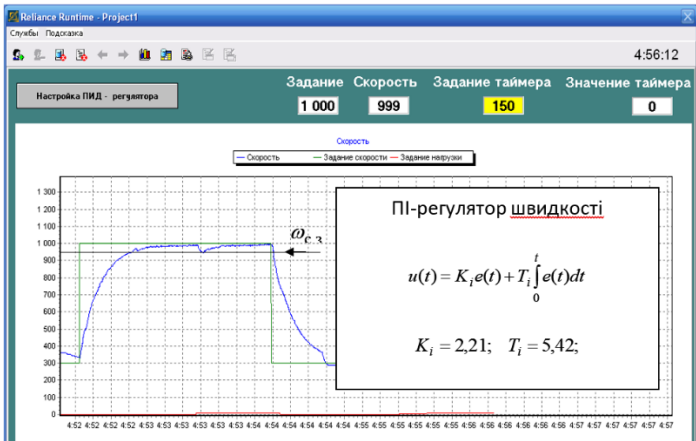
Отже, така настройка забезпечує аперіодичний процес розгону, що досягається за рахунок достатньо повільної швидкодії. Накид навантаження дає динамічне відпрацювання

ENERGETICS

швидкості при чому на підставі властивостей ПІ-регулятора можна бачити повністю відсутню статичну помилку системи. В цьому випадку дійсно діапазон керування можна вважати нескінченним у статичних режимах роботи. Але, динамічне відпрацювання накиду навантаження не дозволяє зробити такий висновок з причини наявності динамічного спаду швидкості (рисунок 9).



Швидкість в динаміці має спад до 950 об/хв, тому в цьому випадку можемо розрахувати реальний діапазон керування так:



ENERGETICS

$$\omega_{\min} = \omega - \omega_{c.3} = 1000 - 950 = 50 \text{ об/хв}; \quad D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} = \frac{1000}{20} = 20. \tag{3}$$

Тобто в реальному технологічному процесі така система забезпечує керування лише в межах 1:20.

Для збільшення діапазону керування виконаємо настройку ПІ-регулятора спираючись на теоретичний підхід визначений в [3,4]. Для зменшення динамічної просадки швидкості необхідно знижати коефіцієнти систематичної похибки 1.35. Користуючись прикладом розрахунку системи, а саме результатами визначення складових похибок [3,4], впроваджуємо параметричне збільшення параметру T_i що, дозволить вплинути на діапазон керування. Перехідний процес за швидкістю в такому випадку буде мати вид, що подано на рисунку 10.

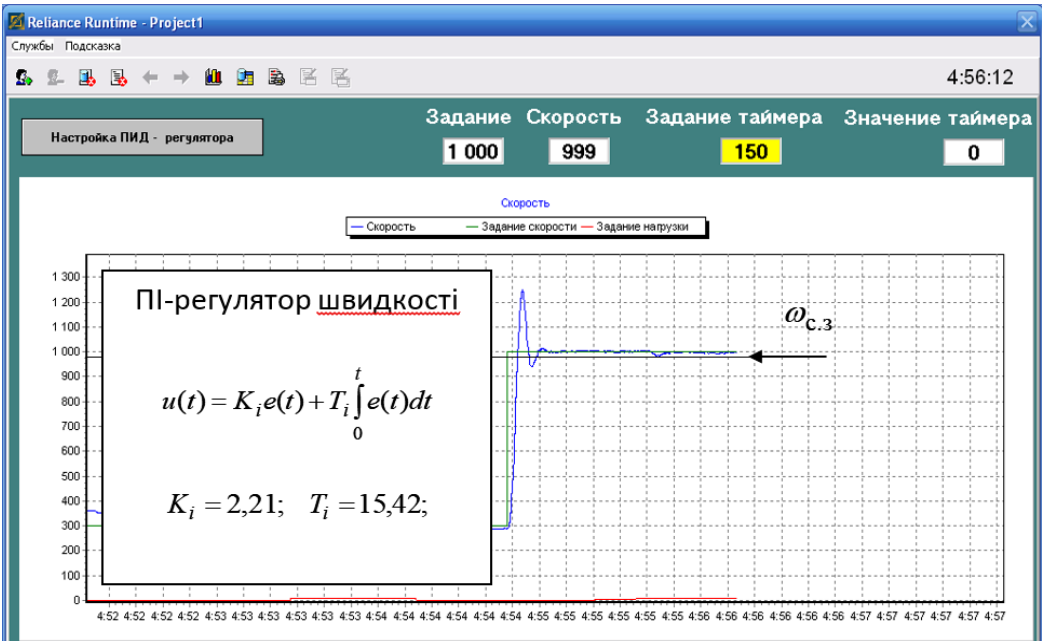


Рисунок 10

Як видно з рисунку 10, такий підхід дозволяє істотно зменшити динамічне відпрацювання накиду навантаження, але, це вдається здійснити за рахунок погіршення показників якості системи.

ENERGETICS

Розрахуємо діапазон керування так:

$$\omega_{\min} = \omega - \omega_{c.3} = 1000 - 992 = 8 \text{ об/хв}; \quad D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} = \frac{1000}{8} = 125. \quad (4)$$

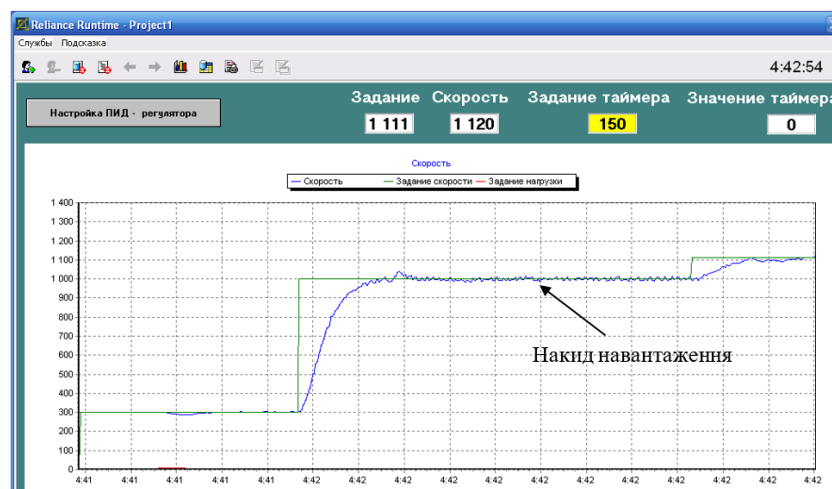
Таким чином, керування системою за швидкістю можливо здійснювати в межах 1:125.

Отже, запропонований підхід дійсно дозволяє впливати на діапазон керування, але, як і в попередньому випадку, даний метод з практичної точки зору є не прийнятним.

Розглянемо можливості ПІД-регулятора швидкості. Реальна настройка параметрів такого складного закону регулювання як ПІД для діючого устаткування є достатньо складною інженерною задачею.

За рахунок вбудованих можливостей програмного пакету *Mosaic*, а саме програмованих блоків бібліотеки *PID_Maker* стає можливим побудова регулятора із попереднім приближенням його параметрів, що впроваджується на основі проведення послідовних запусків (тобто автонастройка на реальну задачу) [2].

Із застосуванням параметричного синтезу вдалося здійснити настройку параметрів регулятора, що дозволив задемпфувати перехідні характеристики системи до виду наведеному на рисунку 11.



ENERGETICS

Рисунок 11

В такому разі отримуємо систему, що при дії навантаження фактично не створює динамічних провалів. При цьому вона суттєво наближена до границі стійкості та за рахунок диференціалу стає понад чутливою. Як видно з графіка рисунку 11 це визиває періодичну коливальність процесу відстеження швидкості в усталеному режимі.

На реальній установці спостереження даного ефекту ускладнюється з причини вагомого внеску в процес ідентифікації параметрів неідеальності характеристик вимірюючих пристроїв. На основі даних експерименту значення швидкості спадає не більше ніж на 3–4 об/хв, що по суті становить межу точності тахогенератора. Навіть при таких обмеженнях можна задекларувати:

$$\omega_{\min} = \omega - \omega_{c.з} = 1000 - 997 = 8 \text{ об/хв}; \quad D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} = \frac{1000}{3} = 333,33, \quad (5)$$

тобто регулювання швидкості приводом в межах 1:333,33.

Висновок

На основі експериментального стенду описаному вище було проведено дослідження впливу законів регулювання на діапазон керування із застосуванням реального сучасного обладнання комплектних електроприводів.

За визначеною методикою проведення експерименту отримані перехідні процеси за швидкістю електромеханічної системи за умови зміни типу регуляторів та їх параметрів. Отримані дані дозволяють зробити наступні висновки:

1) П-регулятор. Збільшення коефіцієнту підсилення напряду знижує статичний провал швидкості системи при накиді навантаження за рахунок динамічних показників якості системи. Отже, діапазон керування знаходиться в прямо-пропорційній

залежності від коефіцієнта $K_{рш}$. Для реальної системи зміна $K_{рш}$ з 8 до 18 дозволила збільшити діапазон з 16,39 до 34,48. Таким чином:

ENERGETICS

$$\frac{K_{\text{pш2}}}{K_{\text{pш1}}} = \frac{18}{8} = 2,25; \quad \frac{D_2}{D_1} = \frac{34,48}{16,39} = 2,1. \quad (6)$$

Тобто розбіжність з теорією складає $(1 - 2,1/2,25) \cdot 100\% = 6,6\%$, що по суті вкладається в допустимі межі похибки, яка завжди існує при не ідеальних вимірюючих пристроях та нелінійностях системи керування, адже контролер реалізує алгоритм роботи цифровими засобами.

Таким чином встановлено, що при незмінній основній частині привода можливо впливати на діапазон керування за рахунок П-регулятора швидкості.

2) ПІ-регулятор. На підставі визначених теоретичних залежностей на реальному стенді вдалося вплинути на діапазон керування за рахунок настройки параметрів ПІ-регулятора. При чому, з причини складності впровадження визначеної методики розрахунку коефіцієнтів помилки для складної системи ПЛК-ПЧ (реальні математичні моделі є секретом розробників), але спираючись на отримані висновки по аналізу їх зміни, збільшення лише інтегруючої складової дозволила забезпечити системі зміну діапазону керування з 20 до 125. Як і було визначено раніше це можливо за рахунок погіршення динаміки системи привода.

Отже, можна стверджувати, що параметри ПІ-регулятора істотно впливають на діапазон регулювання привода.

3) ПІД-регулятор. На основі можливостей програмного середовища *Mosaic* вдалося за рахунок параметричного синтезу змінювати параметри ПІД-регулятора швидкості для забезпечення системою прийнятних динамічних якостей перехідних процесів та отримання діапазону у 1:333,33. Визначених у [3,4] меж у 1:1000 на даному обладнанні досягти фізично неможливо, так як це потребує високоточних прецизійних датчиків швидкості та великої частоти дискретизації аналогових сигналів у ПЛК, що в загально промисловому виконанні фактично не застосовується з причини високої вартості при практично малозначущій користі.

Таким чином, побудована система має фактично відсутнє динамічне відпрацювання накиду навантаження, що дозволяє зробити висновок про вагомий вплив параметрів ПІД-регулятора на діапазон керування.

Визначені експериментальні данні повною мірою співпадають

ENERGETICS

з математичними положеннями та принципами, що розроблені в [3,4], на підставі чого можна зробити висновок про їх адекватність розглянутим реальним об'єктам.

References:

- [1] Патент на корисну модель «Стенд фізичного моделювання нелінійних процесів» [Текст] U201107799 / Д.Ю. Шарейко, А.М. Фоменко, С.А. Степанов, І.Ю. Гріднев, А.І. Серба. – 2011.
- [2] Mosaic:PIDMaker Tool [Електронний ресурс]/ "Тесо" а.о. TXV 003 26.02: 3rd issue, June 2008.
- [3] Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: навч. посібник [Текст] / М. Г. Попович, О. Ю. Лозинський, В. Б. Клепиков [та ін.] ; за ред. М. Г. Поповича, О. Ю. Лозинського. – К. : Либідь, 2005. – 680 с.
- [4] Шарейко Д.Ю. Вплив закону регулювання на діапазон керування [Текст] /. Шарейко Д.Ю, І.Ю. Гріднев І.Ю // «Вісник аграрної науки причерномор'я». – Миколаїв:, 2012, – Випуск 4 (68), т.1, ст.245-253.
- [5] Автоматизированный электропривод промышленных установок [Текст] / Г. Б. Онищенко, М. И. Аксенов, В. П. Грехов, М. Н. Зарицкий [и др.]; под ред. Г. Б. Онищенко. – М. : РАСХН, 2001. – 520 с.
- [6] Белов, М. П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов [Текст] / М. П. Белов, В. А. Новиков, Н. Л. Рассудов; учебник для студ. высш. учеб. заведений. – 3-е изд., испр. – М. : Издательский центр "Академия", 2007. – 576