

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор навчально-наукового інсти-

титу

Українська інженерно-педагогічна академія»

Денис КОВАЛЕНКО

«___» _____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Проектування і моделювання
інформаційно-вимірювальних систем

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ другий (магістерській)

галузь знань _____ 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

(шифр і назва)

спеціальність _____ 175 Інформаційно-вимірювальні технології

(шифр і назва)

освітня програма _____ Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва)

спеціалізація _____

(шифр і назва)

вид дисципліни _____ Обов'язкова

(обов'язкова / за вибором)

інститут _____ ІНІ «Українська інженерно-педагогічна академія»

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою інституту ННІ «УІПА»

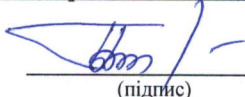
« 12 » листопада 2024 року, протокол № 2

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Близниченко Олена Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри АМЕТ

Програму схвалено на засіданні кафедри
Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

Протокол від « 04 » жовтня 2024 року № 2

Завідувач кафедри Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

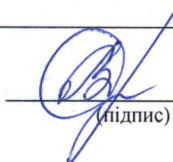

(підпис)

Канюк Г.І.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником проектної групи) Якість, стандартизація та сертифікація

(назва освітньої програми)

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми
(керівник проектної групи)

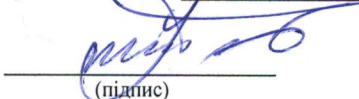

(підпис)

Князева В.М.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією
Навчально наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»
(назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна)

Протокол від « 23 » жовтня 2024 року № 1

Голова науково-методичної комісії ННІ «УІПА»


(підпис)

Петров С.В.
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Проектування і моделювання інформаційно-вимірювальних систем» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки «Якість, стандартизація та сертифікація»

другий (магістерський)
(назва рівня вищої освіти)

спеціальності 175 Інформаційно-вимірювальні технології
спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Проектування і моделювання інформаційно-вимірювальних систем» є формування у здобувачів вищої освіти теоретичних знань, практичних умінь та навичок, необхідних для проектування та моделювання сучасних інформаційно-вимірювальних систем, зокрема в умовах Індустрії 4.0, цифровізації та інтелектуалізації засобів вимірювання.

Дисципліна спрямована на підготовку фахівців, здатних вирішувати складні інженерні та дослідницькі завдання з розроблення комп'ютеризованих ІВС, забезпечення їх точності, надійності, інтеграції в інформаційні системи підприємств і цифрові екосистеми.

Вивчення навчальної дисципліни «Проектування і моделювання інформаційно-вимірювальних систем» сприяє здобуттю таких **компетентностей**:

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності..

ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК9. Здатність розробляти та управляти проектами

СК03. Знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів експериментальної інформатики, необхідних для наукової та практичної діяльності у сфері метрології та інформаційно-вимірювальної техніки з орієнтацією на управління якістю, стандартизацію та технічне регулювання (сертифікацію)..

СК07. Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення експериментальних завдань із застосуванням засобів інформаційно-вимірювальної техніки та прикладного програмного забезпечення.

СК08. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для створення віртуальних засобів вимірювання та інформаційно-вимірювальної техніки.

СК09. Здатність розробляти програмне, апаратне та метрологічне забезпечення комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

знання:

- принципів побудови цифрових моделей компонентів інформаційно-вимірювальних систем;
- особливостей застосування математичних пакетів для моделювання та аналізу ІВС;
- теоретичних основ побудови цифрових моделей елементів електронних вимірювальних систем;

- типових структур, параметрів та характеристик цифрових моделей ІВС.

уміння:

- виконувати інженерні розрахунки параметрів і характеристик ІВС в середовищах моделювання;
- розв'язувати фізико-математичні задачі з використанням цифрових математичних моделей;
- обґрунтовувати вибір чисельних методів для аналізу складних інженерних задач;
- аналізувати результати моделювання з використанням комп'ютерних засобів;
- застосовувати типові методи моделювання до реальних технічних задач;
- розробляти фрагменти власних моделей та вибирати відповідні компоненти прикладного програмного забезпечення.

досвід:

- використання сучасних інженерних пакетів (наприклад, MATLAB, Simulink, LabVIEW) для побудови та аналізу моделей ІВС;
- виконання спектрального аналізу та імовірнісного моделювання в системах вимірювання;
- проведення чисельних експериментів із застосуванням прикладних програмних систем;
- роботи в команді над інженерними завданнями з моделювання та розроблення ІВС.

1.3. Кількість кредитів

6

1.4. Загальна кількість годин

180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
2-й	2-й
Лекції	
30 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	
30 год.	4 год.
Самостійна робота	
120 год.	108 год.
у тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

РН01. Знати і розуміти сучасні методи наукових досліджень, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань, що застосовуються в інженерній і дослідницькій практиці, на рівні, який необхідний для досягнення представлених результатів освітньої програми.

РН05. Вміти формулювати та вирішувати завдання у галузі метрології, що пов'язані з процедурами спостереження об'єктів, вимірювання, контролю, діагностування і прогнозування (зокрема, проведення калібрування, перевірки, перевірки відповідності як інформ-

ційно-вимірювальних систем в цілому, так і окремих її елементів) з урахуванням важливості соціальних обмежень (суспільство, здоров'я і безпека, охорона довкілля, економіка, промисловість тощо).

РН07. Вміти проектувати і розробляти інженерні продукти, процеси та системи метрологічної спрямованості, обирати і застосовувати методи комп'ютеризованих експериментальних досліджень, зокрема, з оцінкою та підвищенням точності вимірювань та валідності контролю, в тому числі – при використанні комп'ютеризованих систем.

РН08. Володіти сучасними методами та методиками проектування і дослідження, а також аналізу отриманих результатів, використовуючи інформацію про технічні характеристики, конструктивні особливості, призначення та умови експлуатації устаткування та обладнання при вирішенні задач з вимірювання та їх застосування.

РН10. Аналізувати та оцінювати вплив інформаційно-вимірювальної техніки та метрологічної діяльності на навколишнє середовище та безпеку життєдіяльності людини з урахуванням основних принципів організації і побудови систем якості, технічного регулювання та забезпечення безпеки життєдіяльності у визначених галузях їх застосування.

РН13. Ідентифікувати, класифікувати, описувати та застосовувати апаратні та програмні засоби сучасних інформаційних технологій для вирішення задач в сферах метрології, забезпечення якості та інформаційно-вимірювальної техніки.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

ТЕМА 1. Характеристика сучасного стану розвитку комп'ютеризованих ІВС. Оглядові питання.

1.1 Напрями метрології при вимірюванні. 1.2 Основні завдання вимірювань. 1.3 Етапи життєвого циклу ІВС. 1.4 Класифікація поколінь ІВС. 1.5 Класифікація ІВС

ТЕМА 2. Постановка задачі проектування комп'ютеризованих ІВС із застосуванням різних складових ланок

2.1 Апаратно-програмна реалізація ІВС. 2.2 Програмна частина ІВС. 2.2.1 Особливості програмної частини системи. 2.3 Моделі працездатності ПЗ і методи її оцінювання. 2.4 Типова структура ПЗ ІВС. 2.5 Програмні модулі взаємодії з компонентами системи. 2.6 Приклад апаратно-програмної реалізації сучасних ІВС.

ТЕМА 3. Вимірювальні перетворювачі інформаційно-вимірювальних систем

3.1 Класифікація вимірювальних перетворювачів. 3.2 Метрологічні характеристики вимірювальних перетворювачів. 3.3 Приклади вимірювальних перетворювачів ІВС. 3.3.1 Ємнісні сенсорні перетворювачі. 3.3.2 Пневматичні сенсорні перетворювачі. 3.3.3 Імпульсні ультразвукові перетворювачі.

ТЕМА 4. Приклади створення структур інформаційно-вимірювальних систем із врахуванням методу отримання вимірювальної інформації (частина 1)

4.1 Аналіз процесу проходження ультразвукової хвилі крізь матеріал із складною структурою. 4.2 Отримання математичної моделі зміни амплітуди ультразвукових хвиль в процесі їх проходження крізь матеріал із складною структурою.

ТЕМА 5. Приклади створення структур інформаційно-вимірювальних систем із врахуванням методу отримання вимірювальної інформації (частина 2) .

5.1 Створення структури першої комп'ютеризованої ІВС. 5.2 Визначення чутливості зміни амплітуди ультразвукової хвилі до зміни поверхневої густини m_s різних тканин. 5.3 Створення структури другої комп'ютеризованої ІВС .

ТЕМА 6. Приклад створення структури комп'ютеризованої ІВС із застосуванням різних складових ланок

6.1 Приклад створення структури комп'ютеризованої ІВС із застосуванням різних складових ланок. 6.2 Приклад роботи комп'ютеризованої ІВС в режимі визначення поверхневої густини текстильної волоконної маси. 6.3 Приклад роботи комп'ютеризованої ІВС в режимі визначення натягу ниток на технологічному обладнанні.

ТЕМА 7. Зовнішній АЦП розгортуючого зрівноваження з рівномірно-ступінчастим формуванням компенсуючої величини як складова ланка інформаційно-вимірювальної системи

7.1 Приклад зовнішнього АЦП розгортуючого зрівноваження з рівномірно-ступінчастим формуванням компенсуючої величини. 7.2 Похибки перетворення вимірювальної величини. 7.2.1 Статичні похибки. 7.2.2 Динамічні похибки.

ТЕМА 8. Проектування зовнішнього АЦП розгортуючого зрівноваження з рівномірно-ступінчастим формуванням компенсуючої величини

8.1 Складові частини електричної схеми аналого-цифрового перетворювача розгортуючого зрівноваження. 8.2 Проектування електричної схеми аналого-цифрового перетворювача розгортуючого зрівноваження в системі Proteus 7.7 та опис принципу її роботи.

ТЕМА 9. Зовнішній АЦП вимірювальної інформації напруга-код подвійного інтегрування як складова ланка інформаційно-вимірювальної системи.

9.1 Перетворювач вимірювальної інформації напруга-код подвійного інтегрування. 9.2 Опис похибок перетворення вимірювальної величини.

ТЕМА 10. Проектування зовнішнього АЦП двотактового інтегрування

10.1 Проектування схеми АЦП двотактового інтегрування в системі Proteus 7.7 та опис принципу його роботи у першому такті інтегрування. 10.2 Проектування схеми АЦП двотактового інтегрування в системі Proteus 7.7 та опис принципу його роботи у другому такті інтегрування.

ТЕМА 11. Проектування інформаційно-вимірювальної системи з підключенням її складової ланки – зовнішнього АЦП до МК

11.1 Структура інформаційно-вимірювальної системи. 11.2 Приклад проектування інформаційно-вимірювальної системи з підключенням АЦП до МК в системі Proteus 7.7.

ТЕМА 12. Створення програми для обробки вимірювальної інформації, що надходить із зовнішнього АЦП системи для виведення її на LCD екран

12.1 Кампілятори для мікроконтролера. 12.2 Можливості мікроконтролера та його призначення. 12.3 Програмування мікроконтролерів. 12.4 Кампіляція коду та створення тестової програми для ІВС.

ТЕМА 13. Проектування інформаційно-вимірювальних систем з використанням внутрішнього АЦП МК для перетворення аналогової вимірювальної інформації у цифровий код

13.1 Інформаційно-вимірювальні системи із застосуванням внутрішнього модуля АЦП МК. 13.2 Структура інформаційно-вимірювальної системи із застосуванням внутрішнього АЦП МК. 13.3 Приклад проектування інформаційно-вимірювальної системи із застосуванням внутрішнього модуля АЦП МК в системі Proteus 7.7.

ТЕМА 14. Створення програм для обробки вимірювальної інформації, що надходить на внутрішній АЦП МК системи для подальшого її виведення на LCD екран

14.1 Структурна будова інтегрованого аналого-цифрового перетворювача (модуля) в структурі МК. 14.2 Регістри управління АЦП887. 14.3 Регістри ADRESH і ADRESL. 14.4 Тактування аналого-цифрового перетворення. 14.5 Використання аналого-цифрового перетворювача. 14.6 Регістр ADCON1 та створення тестових програм для ІВС.

ТЕМА 15. Підключення МК IBC до ПК або до провідного МК та обмін даними між ними.

15.1 Загальна характеристика цифрових інтерфейсів комп'ютеризованих IBC 189
 15.2 Технічні особливості інтерфейсу USART мікроконтролерів PIC. 15.3 Інтерфейс PIC USART. 15.4 Формули для розрахунку швидкості обміну даних. 15.4 Приклад розрахунку швидкості регістра SPBRG і похибки швидкості обміну. 15.5 Віртуальний пристрій для дослідження інтерфейсу UART.

ТЕМА 16. Проєктування комп'ютеризованої IBC з датчиками та підключення її до ПК.

16.1 Використання мультиплексорів для різних режимів роботи IBC із зовнішнім АЦП. 16.2 Структура IBC із зовнішнім АЦП та чотирма вимірювальними каналами. 16.3 Проєктування IBC із зовнішнім АЦП з чотирма вимірювальними каналами в системі Proteus 7.7 та створення програмного коду для різних режимів її роботи.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1.												
ТЕМА 1. Загальна характеристика курсу. Характеристика сучасного стану розвитку комп'ютеризованих IBC	8	2	0,5			5		0,2	0,1			6
ТЕМА 2. Постановка задачі проєктування комп'ютеризованих IBC із застосуванням різних складових ланок	8	2	1			10		0,1	0,1			8
ТЕМА 3. Вимірювальні перетворювачі інформаційно-вимірювальних систем	6	1	0,5			5		0,2	0,3			5
ТЕМА 4. Приклади створення структур інформаційно-вимірювальних систем із врахуванням	10	2	3			10		1	0,5			15

методу отримання вимірювальної інформації (частина 1)												
ТЕМА 5. Приклади створення структур інформаційно-вимірювальних систем із врахуванням методу отримання вимірювальної інформації (частина 2)	10	2	3			5		0,2	0,2			25
ТЕМА 6. Приклад створення структури комп'ютеризованої ІВС із застосуванням різних складових ланок	9	1	3			5		0,2	1			10
ТЕМА 7. Зовнішній АЦП розгортуючого зрівноваження з рівномірно-ступінчастим формуванням компенсуючої величини як складова ланка інформаційно-вимірювальної системи	10	3	2			10		1	0,5			7
ТЕМА 8. Проектування зовнішнього АЦП розгортуючого зрівноваження з рівномірно-ступінчастим формуванням компенсуючої величини	9	2	2			10		0,1	0,3			8
Разом за розділом 1	90	15	15			60	90	3	3			84
Розділ 2.												
ТЕМА 9. Зовнішній АЦП вимірювальної інформації напруга-код	7,5	2	0,5			5		0,1	1			7

подвійного інтегруван-ня як складова ланка інформаційно-вимірjuвальної системи												
ТЕМА 10. Проектування зовнішнього АЦП двотактового інтегрування	8	2	1			10		0,1	0,5			10
ТЕМА 11. Проектування інформаційно-вимірjuвальної системи з підключенням її складової ланки – зовнішнього АЦП до МК	6,5	1	0,5			5		0,3	0,2			8
ТЕМА 12. Створення програми для обробки вимірjuвальної інформації, що надходить із зовнішнього АЦП системи для виведення її на LCD екран	10	2	3			10		0,5	0,3			20
ТЕМА 13. Проектування інформаційно-вимірjuвальних систем з використанням внутрішнього АЦП МК для перетворення аналогової вимірjuвальної інформації у цифро-вий код	10	2	3			5		0,2	0,2			8
ТЕМА 14. Створення програм для обробки вимірjuвальної інформації, що надходить на внутрішній АЦП МК системи для	9	1	3			5		1	0,1			5

подальшого її виведення на LCD екран												
ТЕМА 15. Підключення МК ІВС до ПК або до провідного МК та обмін даними між ними. Проектування комп'ютеризованої ІВС з датчиками та підключення її до ПК	10	3	2			10		0,5	0,2			17
ТЕМА 16. Проектування комп'ютеризованої ІВС для вимірювання та контролю технологічних параметрів тканин. Проектування моделей електричних плат комп'ютеризованої ІВС.	9	2	2			10		0,3	0,5			9
Разом за розділом 2	90	15	15			60	90	3	3			84
Усього годин	180	30	30			120	180	6	6			168

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1-2	Робота з даними, обчисленнями по формулам та графікам програми MatLab	4
3-4	Передаточні функції системи на основі ручного розрахунку	4
5-6	Аналіз передаточної функції за допомогою Matlab	4
7-8	Складання математичної моделі системи в просторі стану	4
9	Перетворення моделі у модель простору стану та модель у формі нуль-полюсу	4
10- 11	Побудова перехідної та імпульсної характеристик САК для 3-х форм запису моделей	4
12-13	Оцінка стійкості САК	4
14-15	Реалізація САК на мікропроцесорі	2
	Разом	30

5. Завдання для самостійної робота

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Тема 1. Основи побудови інформаційно-вимірювальних систем	20
2	Тема 2. Теоретичні основи моделювання інформаційно-вимірювальних систем	20
3	Тема 3. Загальна характеристика проблеми моделювання інформаційно-вимірювальних систем	20
4	Тема 4. Порядок створення і оцінка ефективності моделей	20
5	Тема 5. Основи математичного моделювання	10
6	Тема 6. Основні програмні засоби моделювання	10
7	Тема 7. Розрахунок та моделювання алгоритмів функціонування інформаційно-вимірювальних систем.	10
8	Тема 8. Аналіз даних в Excel	10
	Разом	120

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

7. Методи навчання

Пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, частково-пошуковий, дослідницький, проблемного викладу; словесні, наочні, практичні; аналіз, синтез, індукція, дедукція; активні методи (дискусії та дебати, метод кейсів), інтерактивні методи (інтерактивні лекції, мозкові штурми, інтерактивні симуляції), проектні методи (проектне навчання, метод проектів); методи дистанційного навчання.

8. Методи контролю

Поточний контроль – усне та письмове опитування, експрес-опитування, контрольні роботи, тестування, оцінка практичних навичок, перевірка завдань для самостійної роботи, кейс-метод, комп'ютерні симуляції.

Підсумковий контроль – курсовий проєкт, іспит.

9. Схема нарахування балів

для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання																Екзаме н	Сум а	
Розділ 1								Розділ 2										Разо м
Т 1	Т 2	Т 3	Т 4	Т 5	Т 6	Т 7	Т 8	Т 9	Т1 0	Т1 1	Т1 2	Т1 3	Т1 4	Т1 5	Т1 6	60	40	100
5	5	3	2	5	3	3	5	3	3	5	5	3	5	2	3			

T1, T2 ... – теми розділів

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	

10. Рекомендована література

Основна

1. Нечітке управління трьохмасовою електромеханічною системою / Канюк Г.И., Близниченко Е.Н., Т.Ю. Василець, О.О. Варфоломійєв, О.Т. Толсторебров – Системи озброєння і військова техніка. – Харків.– 2019 . – № 2(58). – С. 102-110.
2. Розробка fuzzy регулятора для трьохмасової електромеханічної системи з застосуванням Matlab / Канюк Г.И., Близниченко Е.Н., Т.Ю. Василець, О.О. Варфоломійєв, О.Т. Толсторебров – Системи озброєння і військова техніка. – Харків.– 2019 – № 3(59). – С. 55-63.
3. Лисаченко І.Г. Сучасні комп'ютерно-інтегровані технології в розподілених системах управління.– Харків : Мадрид, 2021.- 296 с. – Режим доступу до ресурсу: <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/8c6121f8-a1a6-4d01-bfe7-8005be321a6a>
4. Бондарчук А. П. Основи інфокомунікаційних технологій: навчальний посібник [Електронний ресурс] / А. П. Бондарчук, Г. С. Срочинська, М. Г. Твердохліб // Київ, ДУТ. – 2015. – 76 с. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.dut.edu.ua/ua/lib/1/category/1090/view/840>.
5. Жураковский Б. Ю. Комп'ютерні мережі. Частина 1. Навчальний посібник [Електронний ресурс] / Б. Ю. Жураковский, І. О. Зенів // КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2020. – 336 с. – Режим доступу до ресурсу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/36615>
6. Жураковский Б. Ю. Комп'ютерні мережі. Частина 2 Навчальний посібник [Електронний ресурс] / Б. Ю. Жураковский, І. О. Зенів // КПІ ен. Ігоря Сікорського. – 2020. – 372 с. – Режим доступу до ресурсу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/36641>
7. Інтернет речей і сучасні технології А. Й. Наконечний, З. Є. Верес Національний університет “Львівська політехніка” кафедра комп'ютеризованих систем автоматики, 2016, УДК 551.568.85. – Режим доступу до ресурсу: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/c3432714-7847-488d-b992-50a38cf087e8/content>
8. Жураковский Б.Ю. Системи доступу. Навчальний посібник. [Електронний ресурс] / Б. Ю. Жураковский, Н. В. Коршун // Київ, Державний університет телекомунікацій. – 2015. – 58 с. – Режим доступу до ресурсу: http://ir.nmapo.edu.ua:8080/jspui/bitstream/lib/277/1/1_841_81364872.pdf
9. Жаріков Е.В. Інформаційні технології управління IT-інфраструктурою хмарного центру оброблення даних. Київ: НТУУ “КПІ імені Ігоря Сікорського, 2020.- 250 с. – Режим доступу до ресурсу: <https://ela.kpi.ua/items/76421a26-dde8-4dbc-9d33-f7d57bc8a9cb>
10. Nawrocki W. Measurement Systems and Sensors. Second Edition. [Електронний ресурс] / W. Nawrocki. – Boston: Artech House, 2022. – 400 с. – Режим доступу до ресурсу: <https://us.artechhouse.com/Measurement-Systems-and-Sensors-Second-Edition-P1783.aspxus.artechhouse.com>
11. Travis J., Kring J. LabVIEW for Everyone: Graphical Programming Made Easy and Fun. Third Edition. [Електронний ресурс] / J. Travis, J. Kring. – Upper Saddle River: Prentice Hall, 2021. – 1032 с. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.amazon.com/LabVIEW-Everyone-Graphical-Programming-Made/dp/0131856723Chegg+1PDF+Room+1PDF+Room+3Amazon+3Reddit+3>
12. Patranabis D. Sensors and Transducers. Third Edition. [Електронний ресурс] / D. Patranabis. – New Delhi: PHI Learning, 2021. – 344 с. – Режим доступу до ресурсу:

- <https://www.amazon.com/Sensors-Transducers-D-Patranabis/dp/8120321987Amazon>
13. SpringerLink Sensors and Microsystems: Proceedings of AISEM 2022. [Електронний ресурс] / Edited by G. Ferri, A. Grillo, M. Malcovati. – Cham: Springer, 2022. – 350 с. – Режим доступу до ресурсу: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-25706-3SpringerLink>
14. Кафедра ІВТ, КПІ ім. Ігоря Сікорського Електротехнічні пристрої інформаційно-вимірювальних систем. Лабораторний практикум. [Електронний ресурс] / Кафедра ІВТ. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://ivt.kpi.ua/elektrotehnichni-prystroyi-informaczijno-vymiryvalnyh-system/>

Допоміжна

1. Пасічник В.В. Сховища даних.- Львів: Видавництво “Магнолія2006”, 2021. 320с.
2. Інтернет речей. Новомодне захоплення чи технологія, що змінює світ?[Електронний ресурс]: <https://www.epravda.com.ua/publications/>
3. How Energy Technology Is Evolving [Електронний ресурс]: <https://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/issuebriefs/2019/02/the-smart-grid-how-energy-technology-is-evolving>.
4. Жураковський Б.Ю. Комп’ютерні мережі. Навчальний посібник для виконання лабораторних робіт [Електронний ресурс] / Б. Ю. Жураковский, І. О. Зенів // КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2020. – 213 с. – Режим доступу до ресурсу: <https://classroom.google.com/u/0/c/MTQ1MDk5NzAzOTQ1?hl=ru>
5. Автоматизована система обліку електричної енергії з контролем якості показників якості. Васильченко В.І., Гриб О.Г., Светелик О.Д., Тесик Ю.Ф. Енергетика та електрифікація, №11, 2013.
6. Впровадження інтелектуальних систем вимірювань електроенергії: європейський досвід, В.І. Попович, В.Д. Старинець, О.В. Старинець. 2013-2014.
7. Проектування IoT [Електронний ресурс]: <https://www.slideshare.net/ssuserf405bc/iot-79608563>
8. Буров Є.В. Комп’ютерні мережі. – Львів: Видавництво “Магнолія2006”, 2021.- 340с.
9. Беркман Л.Н. Теорія передачі та обробки даних в інфокомунікаціях: навчальний посібник / Л.Н. Беркман, Б.Ю. Жураковський, А.О. Макаренко//. – К.: ДУТ, 2015. – 160 с. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.dut.edu.ua/ru/lib/1/category/1090/view/859>
10. A. Koubâa, A. Allouch, M. Alajlan, Y. Javed, A. Belghith and M. Khalgui, «Micro Air Vehicle Link (MAVlink) in a Nutshell: A Survey,» in IEEE Access, vol. 7, pp. 87658-87680, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2924410.
11. Yuncheng Lu, Zhucun Xue, Gui-Song Xia & Liangpei Zhang (2018) A survey on vision-based UAV navigation, Geo-spatial Information Science, 21:1, 21-32, DOI: 10.1080/10095020.2017.1420509
12. James Manyika, Michael Chui, Peter Bisson, Jonathan Woetzel, Richard Dobbs, Jacques Bughin, Dan Aharon. Unlocking the potential of the Internet of Things (Report McKinsey Global Institute June 2015). URL: <http://www.mckinsey.com/business-functions/business-technology/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world> (дата обращения: 18.05.2016).
13. Чернега В. Безпроводні локальні комп’ютерні мережі. – Київ : Видавництво "Кондор", 2021.-320 с.
14. The Next Industrial Revolution: A Manufacturing Leadership White Paper Sponsored by Microsoft How the Internet of Things and Embedded, Connected, Intelligent Devices will Transform Manufacturing — A Manufacturing Leadership White Paper, Frost&Sullivan. — 2016. — P. 1–12.
15. Яремко І.М. Імовірнісні характеристики центрів обробки даних і резервування / І.М. Яремко, В.В. Турупалов, І.О. Молоковський // Наукові праці інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова «Моделювання та інформаційні технології». – Київ, 2011р. – Випуск 60. – С.141-146.
16. Підручник з великих даних для початківців | Що таке великі дані? <https://uk.myservername.com/big-data-tutorial-beginners-what-is-big-data>
17. Big Data for Development: From Information- to Knowledge Societies”, Martin Hilbert (2013), SSRN Scholarly Paper No. ID 2205145). Rochester, NY: Social Science Research Network; <http://papers.ssrn.com/abstract=2205145>
18. Clifford Lynch (2008). Big data: How do your data grow?. Nature 455 (7209). Doi:10.1038/455028a.

19. Кононова К.Ю. Машинне навчання: методи та моделі. Харків: Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 2020. 0286 с.
20. Sun, Ron, (2006). «Cognition and Multi-Agent Interaction». Cambridge University Press. <http://www.cambridge.org/uk/catalogue/catalogue.asp?isbn=0521839645>
21. Vidal, J.M.: Fundamentals of multiagent systems with NetLogo examples. MIT Press (2010) <http://jmvidal.cse.sc.edu/papers/mas.pdf>
22. Weiss G., editor. Multi-Agent Systems. MIT Press, 2013, 2nd edition. <http://www.the-mas-book.info>
23. Wooldridge M., An Introduction to MultiAgent Systems Second Edition. John Wiley & Sons, 2009. 640с. <http://www.cs.ox.ac.uk/people/michael.wooldridge/pubs/imas/IMAS2e.html>

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Сторінка дистанційного навчання URL
<https://moodle.karazin.ua/course/view.php?id=13188>