


Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра програмного забезпечення комп'ютерних систем



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Зав. каф. ПЗКС

Алексєєв М.О. 

«31» серпня 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Методи та засоби побудови систем Industry 4.0»

Галузь знань	12 Інформаційні технології
Освітній рівень.....	третій (освітньо-науковий)
Статус.....	вибіркова
Загальний обсяг	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Форма підсумкового контролю	Диференційований залік
Мова викладання	українська

Викладач: д.т.н., проф. каф. ПЗКС Іван ЛАКТИОНОВ

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2022

Робоча програма навчальної дисципліни «**Методи та засоби побудови систем Industry 4.0**» для докторів філософії галузі знань 12 «Інформаційні технології» / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. ПЗКС.– Д. : НТУ «ДП», 2022. – 14 с.

Розробник: д.т.н., проф. каф. ПЗКС Іван ЛАКТИОНОВ

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	4
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	7
6.1 Шкали	7
6.2 Засоби та процедури.....	7
6.3 Критерії.....	8
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	11
8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	12

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – формування знань і навичок щодо фундаментальних теоретичних положень і практичних аспектів із розробки, дослідження та впровадження апаратно-програмних рішень комп'ютерно-орієнтованих та інформаційних технологій на основі концептуальних положень Industry 4.0.

Завдання курсу:

- опанування теоретико-понятійної бази курсу;
- опанування технік критеріального аналізу сучасної компонентної апаратної та програмної баз щодо побудови комп'ютерних і кіберфізичних систем і мереж на основі Industry 4.0;
- освоєння сучасних апробованих світовою науковою спільнотою методів аналізу й синтезу структурно-алгоритмічних організацій систем і мереж Industry 4.0;
- опанування методів і методик щодо моделювання, тестування та проектування комп'ютерних і кіберфізичних систем і мереж Industry 4.0 на різних ієрархічних рівнях із урахуванням їх сфер прикладного використання;
- ознайомлення, аналіз та логічне узагальнення сучасних перспективних напрямків досліджень у галузі Industry 4.0.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

ДРН 1	знати і розуміти концептуальні положення теорії Industry 4.0 щодо оптимізації виробничих процесів, використовувати в практичній діяльності техніки критичного аналізу й логічного узагальнення сучасних теорій комплексного програмно-технічного переоснащення технологічних процесів
ДРН 2	планувати та виконувати повний спектр задач із розробки, проектування та випробувань апаратно-програмних рішень комп'ютерних і кіберфізичних систем і мереж на різних ієрархічних рівнях на основі новітніх ініціатив і досягнень IoT, IIoT та Industry 4.0.

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна не потребує додаткових вимог до базових дисциплін. Міждисциплінарні зв'язки: курс ґрунтується на знаннях, отриманих з вивчених дисциплін за попереднім рівнем освіти.

4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години					
		денна		вечірня		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	60	21	39	21	39	6	54
практичні	60	14	46	14	46	4	56
РАЗОМ	120	35	85	35	85	10	110

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифр и ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	60
ДРН 1	Тема 1. Мета, задачі, об'єкт і предмет дослідження дисципліни. Основні терміни та визначення. Загальні концептуальні положення Industry 4.0 Мета і задачі дисципліни; Об'єкт і предмет дослідження дисципліни; Етапи становлення концепції Industry 4.0; Сфери застосування концептуальних положень Industry 4.0; Загальні функціональні характеристики Industry 4.0.	6
ДРН 1 ДРН 2	Тема 2. Архітектура систем Industry 4.0 Загальна риси структурно-алгоритмічної організації систем; Інформаційна модель систем і мереж; Компонента база систем і мереж; Вимоги до фізичного, мережевого та програмного рівнів трансформації даних.	8
ДРН 1 ДРН 2	Тема 3. Технологічний рівень Industry 4.0 Інтернет речей; Цифрові екосистеми; Кіберфізичні системи; Аналітика великих даних. Прикладні аспекти.	8
ДРН 1 ДРН 2	Тема 4. Структурно-алгоритмічна організація мереж Industry 4.0 Полювий рівень агрегування даних; Рівень обміну даними; Рівень низької ланки опрацювання даних; Рівень додаткових функціональних модулів; Рівень інтелектуальної локальної трансформації даних; Рівень додатків; Рівень хмарних обчислень.	8
ДРН 1 ДРН 2	Тема 5. Технології «Smart Factory» Загальні характеристики технології; Методи і моделі Digital Factory; Архітектура і сценарії функціонування Smart Factory.	8
ДРН 1 ДРН 2	Тема 6. Концептуальні засади технології «Цифрові двійники» Загальні характеристики; Структура технології; Класифікаційні ознаки.	8
ДРН 1 ДРН 2	Тема 7. Промисловий Інтернет речей Архітектура; Програмні й апаратні засоби; Приклади впровадження і використання.	7
ДРН 1 ДРН 2	Тема 8. Сталий розвиток Industry 4.0 Загальна характеристика MRP-систем і APS-технологій; Світовий досвід впровадження систем і мереж Industry 4.0; Перспективні напрямки динаміки систем і мереж Industry 4.0.	7
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	60
ДРН 1	Практична робота № 1 Тема: Методи аналізу й синтезу структурно-алгоритмічних організацій комп'ютеризованих апаратно-програмних рішень Industry 4.0 Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички з методів і підходів щодо аналізу й синтезу типових структурно-алгоритмічних організацій комп'ютеризованих апаратно-програмних рішень Industry 4.0.	7
ДРН 1 ДРН 2	Практична робота № 2 Тема: Методи розробки і дослідження узагальненої архітектури комп'ютеризованих і кіберфізичних систем Industry 4.0	8

Шифр и ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички з методів розробки та дослідження архітектурних рішень комп'ютеризованих і кіберфізичних систем Industry 4.0.	
ДРН 2	<p align="center">Практична робота № 3</p> <p>Тема: Дослідження сценаріїв агрегування та первинної ланки цифрової трансформації вимірювальних даних</p> <p>Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички з типових сценаріїв і алгоритмів функціонування систем Industry 4.0 на польовому та мікропроцесорному рівнях.</p>	7
ДРН 2	<p align="center">Практична робота № 4</p> <p>Тема: Дослідження алгоритмів мікроконтролерного адаптивного керування технологічними і бізнес процесами</p> <p>Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички з адаптивних алгоритмів мікроконтролерного керування технологічними і бізнес процесами різного прикладного призначення і рівня складності.</p>	8
ДРН 2	<p align="center">Практична робота № 5</p> <p>Тема: Дослідження методів і засобів віддаленого моніторингу параметрів і характеристик технологічних процесів</p> <p>Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички з розробки методів і засобів віддаленого моніторингу параметрів і характеристик технологічних процесів різного прикладного призначення і рівня складності</p>	7
ДРН 2	<p align="center">Практична робота № 6</p> <p>Тема: Дослідження алгоритмів дистанційного інтелектуального керування виробничими процесами</p> <p>Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички з розробки методів і засобів дистанційного інтелектуального керування виробничими процесами різного прикладного призначення і рівня складності.</p>	8
ДРН 2	<p align="center">Практична робота № 7</p> <p>Тема: Дослідження сценаріїв мережевого обміну інформаційними повідомленнями в комп'ютерно-орієнтованих системах Industry 4.0</p> <p>Мета: закріпити теоретичні знання і розвинути практичні навички з реалізації, тестування й аналізу масштабованих сценаріїв мережевого обміну інформаційними повідомленнями в системах Industry 4.0.</p>	7
ДРН 2	<p align="center">Практична робота № 8</p> <p>Тема: Розробка і дослідження комп'ютерних моделей інтелектуалізованих засобів трансформації вимірювальних даних</p> <p>Мета: закріпити теоретичні знання та розвинути практичні навички з розробки, тестування й аналізу програмних інтелектуалізованих засобів трансформації вимірювальних даних у пакеті прикладних програм Matlab & Simulink.</p>	8
	ЗАГАЛЬНА КІЛЬКІСТЬ	120

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень здобувачів вищої освіти здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти». Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання здобувача вищої освіти за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних здобувачів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо здобувач вищої освіти отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії здобувачів вищої освіти за вимогами НРК до 8-ого кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Здобувач вищої освіти на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2). Засоби діагностики, що надаються здобувачам вищої освіти на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою. Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів;
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		виконання ККР під час диференційованого заліку за бажанням здобувача вищої освіти
	або індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні оцінюються якістю виконання контрольного та індивідуального завдання. Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем. За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі здобувача вищої освіти шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок. Незалежно від результатів поточного контролю кожен здобувач вищої освіти під час екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання. Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання. Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційного рівня.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання здобувача вищої освіти ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії здобувача вищої освіти для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для рівня вищої освіти бакалавр (подано нижче).

Загальні критерії досягнення результатів навчання

Інтегральна компетентність – здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
Знання		
– Концептуальні та методологічні знання в галузі чи на межі галузей знань або професійної діяльності.	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: – спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; – критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення про об’єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння/навички		
– Спеціалізовані уміння/навички і методи, необхідні для розв’язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки	Відповідь характеризує уміння: – виявляти проблеми; – формулювати гіпотези; – розв’язувати проблеми; – оновлювати знання; – інтегрувати знання; – провадити інноваційну діяльність;	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
<p>та/або інновацій, розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики;</p> <p>– започаткування, планування, реалізація та коригування послідовного процесу ґрунтового наукового дослідження з дотриманням належної академічної доброчесності;</p> <p>– критичний аналіз, оцінка і синтез нових та комплексних ідей.</p>	– провадити наукову діяльність	
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
Рівень умінь/навичок незадовільний	<60	
Комунікація		
<p>– Вільне спілкування з питань, що стосуються сфери наукових та експертних знань, з колегами, широкою науковою спільнотою, суспільством у цілому;</p> <p>– використання академічної української та іноземної мови у професійній діяльності та дослідженнях.</p>	<p>Зрозумілість відповіді (доповіді).</p> <p><i>Мова:</i> правильна; чиста; ясна; точна; логічна; виразна; лаконічна.</p> <p><i>Комунікаційна стратегія:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – послідовний і несуперечливий розвиток думки; – наявність логічних власних суджень; – доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; – правильна структура відповіді (доповіді); – правильність відповідей на запитання; – доречна техніка відповідей на запитання; – здатність робити висновки та формулювати пропозиції; – використання іноземних мов у професійній діяльності 	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
<i>Відповідальність і автономія</i>		
– Демонстрація значної авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, постійна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності; – здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення.	Відмінне володіння компетенціями: – використання принципів та методів організації діяльності команди; – ефективний розподіл повноважень в структурі команди; – підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); – стресовитривалість; – саморегуляція; – трудова активність в екстремальних ситуаціях; – високий рівень особистого ставлення до справи; – володіння всіма видами навчальної діяльності; – належний рівень фундаментальних знань; – належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок	95-100
	Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технічні засоби навчання: мультимедійні та комп'ютерні пристрої.

Засоби дистанційної освіти: Moodle, MS Teams.

Пакети приладних програм: MS Office, CupCarbon (безкоштовний програмний сервіс), Arduino IDE (безкоштовний програмний сервіс), Proteus 8.0

і вище (навчальна безкоштовна версія), Matlab & Simulink 2020 і вище (навчальна безкоштовна версія).

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Базова:

1. Ortiz J.H. Industry 4.0 – Current Status and Future Trends. London: IntechOpen, 2020. 134 p.
2. Вовна О.В., Лактіонов І.С., Лебедєв В.А. Комп'ютерно-інтегрований моніторинг та керування в промислових теплицях: поточні результати і перспективи досліджень: монографія. Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2020. 255 с.
3. Pascual D.G., Daponte P., Kumar U. The Industry 4.0 Architecture and Cyber-Physical Systems from: Handbook of Industry 4.0 and SMART Systems CRC. London: CRC Press, 2022. 41 p.
4. Вишневецький В.П. Національна модель неоіндустріального розвитку України: монографія. Київ: НАН України, Ін-т економіки пром-ті, 2016. 519 с.
5. Жураковський Б.Ю., Зенів І.О. Технології інтернету речей. Навчальний посібник [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», спеціалізація «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 271 с.
6. Kharchenko V.S. Internet of Things for Industry and Human Application. In Volumes 1–3. Vol. 1. Fundamentals and Technologies. Kyiv: Ministry of Education and Science of Ukraine, National Aerospace University KhAI, 2019. 605 p.
7. Kharchenko V.S. Internet of Things for Industry and Human Application. In Volumes 1–3. Vol. 2. Modelling and Development. Kyiv: Ministry of Education and Science of Ukraine, National Aerospace University KhAI, 2019. 547 p.
8. Kharchenko V.S. Internet of Things for Industry and Human Application. In Volumes 1–3. Vol. 3. Assessment and Implementation. Kyiv: Ministry of Education and Science of Ukraine, National Aerospace University KhAI, 2019. 918 p.

Додаткова:

1. Лактіонов І.С. Інформаційно-вимірювальне забезпечення та апаратно-програмні засоби побудови комп'ютеризованих систем моніторингу стану мікроклімату теплиць: дис. ... д-р. техн. наук: 05.13.05 / ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»: Д 11.052.03. Покровськ, 2021. 518 с.
2. Laktionov I.S., Vovna O.V., Kabanets M.M., Sheina H.O., Getman I.A. Information model of the computer-integrated technology for wireless monitoring of the state of microclimate of industrial agricultural greenhouses. Instrumentation Measure Metrologie. 2021. Vol. 20 (6). P. 289 – 300.
3. Laktionov I., Vovna O., Bondarenko V., Zori A., Lebediev V. Rationale for the structural and algorithmic organization of a computerized monitoring and control system for greenhouse microclimate using the scale transformation method. Int. J. Bioautomation. 2020. Vol. 24 (1). P. 51 – 64.
4. Laktionov I.S., Vovna O.V., Bashkov Y.O., Zori A.A., Lebediev V.A. Improved Computer-Oriented Method for Processing of Measurement Information on Greenhouse Microclimate. Int. J. Bioautomation. 2019. Vol. 23 (1). P. 71–86.
5. Laktionov I.S., Vovna O.V., Zori A.A., Lebediev V.A. Results of simulation and physical modeling of the computerized monitoring and control system for greenhouse microclimate parameters. Int. Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems. 2018. Vol. 11 (1). P. 1–15.
6. Вовна О.В., Зорі А.А., Штепа О.А., Петелін Е.А., Лактіонова Г.А. Сучасні мікроконтролери в електронній та інформаційно-вимірювальній техніці: навч. посіб. Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2020. 311 с.

7. Plakhtyeyev A.P., Babeshko E.V., Tkachenko V.A., Zdorovets J.V. Architectures and Embedded Platform Based development of Internet / Web of Things systems: Laboratory works. Kyiv: Ministry of Education and Science of Ukraine, National Aerospace University “KhAI”, 2019. 47 p.

Навчальне видання

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Методи та засоби побудови систем **Industry 4.0**»
для докторів філософії галузі 12 «Інформаційні технології»

Розробник: проф. Іван ЛАКТІОНОВ

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49005 м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19