

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

(Каплун В.В.)
2024 р.



“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри
автоматики та робототехнічних
систем ім. акад. І. І. Мартиненка
Протокол № 37 від 21.05.2024 р.

Завідувач кафедри

Лисенко В.П. (Лисенко В.П.)

“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОНП підготовки докторів філософії зі
спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-
інтегровані технології та робототехніка

Шворов С.А. (Шворов С.А.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Світовий досвід автоматизації сучасних об'єктів аграрного спрямування

Галузь знань Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Спеціальність 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

ОНП Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробники: зав. каф. д.т.н., проф. Лисенко В.П., проф. каф., д.т.н., проф. Коваль В.В.,

проф. каф., д.т.н., проф. Шворов С.А., проф. каф., д.т.н., проф. Болбот І.М.,

доцент каф., к.т.н., доцент Опришко О.О.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2024 р.

Опис навчальної дисципліни

СВІТОВИЙ ДОСВІД АВТОМАТИЗАЦІЇ СУЧАСНИХ ОБ'ЄКТІВ АГРАРНОГО СПРЯМУВАННЯ

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації	
Спеціальність	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	
Освітня програма	Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	
Освітній ступінь	Доктор філософії (PhD)	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	240	
Кількість кредитів ECTS	8	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота)	Не передбачено	
Форма контролю	Екзамен	
Показник навчальної дисципліни для денної та заочної форми здобуття вищої освіти		
	денна форма здобуття вищої освіти	заочна форма здобуття вищої освіти
Курс (рік підготовки)	1	1
Семестр	2	2
Лекційні заняття	30	12
Практичні, семінарські заняття	60	24
Лабораторні заняття		
Самостійна робота	150	204
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	6	9

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є вивчення і засвоєння світового досвіду автоматизації сучасних об'єктів аграрного спрямування та ознайомлення із сучасними підходами і проблемами при проектуванні, аналізі та синтезі систем керування складними біотехнічними об'єктами.

Завдання – забезпечення використання фахівцями методів та засобів в системах керування технологічними процесами при їх аналізі та синтезі.

Опанування цієї дисципліни дає майбутнім спеціалістам обґрунтовано побудувати системи автоматизації сучасних об'єктів аграрного спрямування.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність:

Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність генерувати нові ідеї (креативність), в тому числі у сфері автоматизації складних (біотехнічних) об'єктів;

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК4. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, робототехніки та з дотичних до міждисциплінарних напрямів на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, робототехніки, керування складними організаційно-технічними чи кіберфізичними системами та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях;

СК3. Здатність застосовувати сучасні методи дослідження, синтезу, проектування систем автоматизації, їх програмних та апаратних компонентів, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та викладацькій діяльності;

СК4. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в галузі автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, робототехніки та міждисциплінарні проекти у суміжних галузях, проявляти лідерство під час їх реалізації;

СК5. Здатність створювати новітні системи автоматизації, у т. ч. складних біотехнічних об'єктів, комп'ютерно-інтегровані технології, розробляти їх технічне, інформаційне, математичне, програмне та організаційне забезпечення із застосуванням сучасних інформаційних технологій, інструментів та компонентів;

СК7. Здатність розробляти новітні робототехнічні системи складних біотехнічних об'єктів.

Програмні результати навчання:

ПРН1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, робототехніки та з дотичних міждисциплінарних напрямів, розуміти методологію наукових досліджень. Уміти застосовувати їх у власних дослідженнях, скерованих на отримання нових знань та/або здійснення інновацій, та у викладацькій практиці;

ПРН3. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів і процесів автоматизації, у т. ч. біотехнічних об'єктів, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних розробок у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки та дотичних міждисциплінарних напрямках;

ПРН4. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих комплексів, робототехнічних систем та їх складових з використанням сучасних методів дослідження, технічних та програмних засобів та з дотриманням норм академічної і професійної етики. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані;

ПРН5. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти в галузі автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки, які дають змогу переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику з врахуванням економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів. Забезпечувати захист інтелектуальної власності;

ПРН6. Розробляти і застосовувати сучасні методи аналізу, синтезу, проектування та дослідження систем автоматизації, їх програмних та апаратних компонентів;

ПРН7. Застосовувати сучасні цифрові технології, мікропроцесорні засоби, мехатронні компоненти, спеціалізоване програмне забезпечення для створення новітніх систем автоматизації, їх технічного, інформаційного, математичного, програмного та організаційного забезпечення;

ПРН8. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи;

ПРН10. Розробляти і застосовувати сучасні методи аналізу, синтезу, проектування та дослідження робототехнічних систем складних біотехнічних об'єктів.

2. Структура навчальної дисципліни

– повного терміну денної (вечірньої) та заочної форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	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	14	
Розділ 1. Сучасний досвід автоматизації технологічних процесів і виробництв в аграрних підприємствах														
Тема 1. Сучасний досвід автоматизації процесів збору та перетворення біомаси в біогаз. Принципи побудови інтелектуальних систем підтримки та прийняття рішень щодо збору біомаси для біогазових установок.		14	2	2			10	15	1	2				12
Тема 2. Сучасний досвід автоматизації процесів перетворення біомаси в біогаз. (Структура, основні завдання та технічні принципи побудови сучасних біогазових установок).		14	2	2			10	14		2				12
Тема 3. Світовий досвід автоматизації технологічних процесів і виробництв в аграрних підприємствах промислового типу (птахофабрики, тепличні комбінати, підприємства для виробництва грибів, молочні комплекси, тощо). Інтелектуальні системи автоматизації для промислового птахівництва (особливості		16	2	4			10	15	1	2				12

природних збурень, образи природних збурень, формуючі фільтри для відтворення образів природних збурень; метод невизначення множників Лагранжа для вибору стратегій керування; теорія ігор і статистичних рішень для вибору стратегій керування).													
Тема 4. Інтелектуальні системи автоматизації для споруд закритого ґрунту. Особливості природних збурень у спорудах закритого ґрунту, прогнозування природних збурень із використанням нейронних мереж; якість рослинної продукції для зворотного зв'язку у системах автоматизації, метод Харінгтона для пошуку параметрів мікроклімату, що максимізують прибуток підприємства. Інтелектуальна робототехніка для потреб аграрного сектора (мобільний робот у теплиці, оптимальні алгоритми його переміщення; квадрокоптер для оцінки станів рослинних насаджень)		16	2	4			10	15	1	2			12
Тема 5. Перспективні		16	2	4			10	15	1	2			12

<p>напрями автоматизації технологічних процесів у рослинництві і тваринництві (наприкладі птахофабрик і тепличних комплексів): організаційно-технічні системи; ідентифікація об'єктів агропромислового виробництва як біотехнічних систем, вдосконалення методів оптимального проектування і розрахунку засобів автоматизації з урахуванням розширення їх функціональних завдань і підвищення апаратної та експлуатаційної надійності; розробка нових агрегатів та установок системи машин для сільського господарства з урахуванням вимог і можливості їх автоматизації.</p>													
<p>Тема 6. Використання RFID-технологій для автоматизації технологічних процесів у системах з біотехнічними об'єктами: принцип роботи, область застосування, особливості використання.</p>		16	2	4			10	15		1			14
<p>Науково-практичні центри, як основа</p>		6	2	4			-	16	1	1			14

для проведення системних експериментальних досліджень із біотехнічними об'єктами і розробки новітніх автоматизованих систем керування з біотехнічними об'єктами.													
Тема 7. Сучасний стан, проблеми і тенденції інформаційно-аналітичного забезпечення інноваційного проектування в агропромисловому секторі економіки		16	2	4			10	16	1	1			14
Тема 8. Сучасні інформаційні технології й системи створення інноваційних проектів в агропромисловому секторі		16	2	4			10	16	1	1			14
Тема 9. Світовий досвід рішення проблем інформатизації суспільства, галузей економіки та адаптація керування об'єктами аграрного спрямування. Глобальна інформаційна інфраструктура. Інтеграція та конвергенція комп'ютерних і телекомунікаційних технологій. Інфокомунікаційні технології WiFi, Bluetooth, Zig Bee, PLC.		16	2	4			10	16	1	1			14
Тема 10. Сучасні підходи і проблеми		14	-	4			10	15	-	1			14

при проектуванні, аналізі та синтезі адаптивних систем керування. Створення і дослідження адаптивних систем та алгоритмів керування.													
Разом за розділом 1		160	20	40			100	168	8	16			144
Розділ 2. Світовий досвід застосування робототехнічних комплексів та систем													
Тема 11. Огляд основних понять, історії розвитку, типів роботів та їх основних характеристик. Розгляд архітектури роботів, засобів управління, технічних можливостей, а також аналіз можливостей застосування в різних сферах.		16	2	4			10	14	1	1			12
Тема 12. Програмування роботів: Порядок програмування роботів, способи програмування, технології програмування різних типів роботів. Розгляд базових алгоритмів та особливостей їх реалізації в програмах для роботів. Вивчення засобів візуалізації рухів роботів.		16	2	4			10	15	1	2			12
Тема 13. Робототехніка в промисловості: Дослідження застосування робототехніки в промисловості, її переваги та недоліки, технології		16	2	4			10	15	1	2			12

робототехніки у виробництві, особливості управління та програмування роботів для промислового використання.													
Тема 14. Робототехніка в аграрній промисловості: Вивчення застосування робототехніки в аграрній промисловості, її переваги та недоліки, дослідження можливостей використання роботів у повсякденному житті. Розгляд різних типів роботів, їх функціональності, можливостей управління та програмування. Аналіз інтерфейсів та способів комунікації між роботами та користувачами.		16	2	4			10	15	1	2			12
Тема 15. Етика робототехніки: Розгляд питань етики та моралі в робототехніці, дослідження різних етичних проблем, пов'язаних зі створенням та застосуванням роботів. Аналіз впливу робототехніки на суспільство та людей, а також пошук шляхів для регулювання застосування		16	2	4			10	13	1				12

робототехніки з точки зору етики та моралі.													
Разом за розділом 2		80	10	20			50	72	4	8			60
Усього годин	6	240	30	60			150	240	12	24			204

3. Теми лабораторних (практичних, семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (ЗФН)
	Тема 1-2	
1.	Розрахунок енергетичного балансу біогазової установки для ферм великої рогатої худоби.	2 (1)
2.	Розробка системи керування температурним режимом при переробці біомаси (органічних сільськогосподарських і побутових відходів) метановим шумуванням з одержанням біогазу.	2 (1)
	Тема 3-4	
3.	Прогнозування природних збурень на основі теорії випадкових процесів; Відтворення природних збурень із використанням формуючих фільтрів; Вибір раціональних стратегій керування електротехнічними комплексами на основі теорії ігор і статистичних рішень.	2 (1)
4.	Прогнозування зміни температури й інтенсивності сонячної радіації із використанням апарату нейронних мереж; Використання інформації як зворотнього зв'язку в системах автоматизації; Метод Харінгтона для визначення оптимальних рішень.	2 (1)
	Тема 5-6	
5	Науково-практичні центри як основа для проведення системних експериментальних досліджень біотехнічних об'єктів і розробки новітніх автоматизованих систем керування біотехнічними об'єктами.	2 (1)
6	Автоматизація системи обліку робочого часу на прикладі програмного забезпечення Hoogendoorn Co (ПрАТ «Комбінат «Тепличний»).	2 (1)
	Тема 7-8	
7	Застосування економетричних методів для розв'язування задач управління виробничо-господарською діяльністю агропромислових підприємств.	2 (1)
8	Workshop на тему: Інформаційно-аналітичні (ІАС), інформаційно-пошукові (ІПС) та інформаційно-довідкові (ІДС) системи в АПК з використанням підготовлених в межах самостійної роботи рефератів аспірантів.	2 (1)

	Тема 9-10	
9	Алгоритм настроювання регуляторів безпошукових АСК з еталонною моделлю зі стабілізацією якості.	2 (1)
10	Створення і дослідження адаптивних систем та алгоритмів керування біотехнічними об'єктами.	2 (1)
	Разом за розділом 1	20 (10)
	Теми 11-13	
11	Розробка мобільного робота на основі Arduino з використанням сенсорів для навігації і управління.	4 (2)
12	Розробка промислового робота для автоматизації виробничих процесів з використанням програмного забезпечення для програмування та управління.	4 (1)
13	Розробка робота-маніпулятора для виконання різних завдань зі збірки та монтажу деталей	4 (2)
14	Розробка робота для дослідження підводного середовища з використанням датчиків температури, тиску та вологості.	4 (1)
15	Розробка слідкуючого робота з використанням механічних та електронних пристроїв.	4 (2)
16	Розробка робота-перевізника для переміщення товарів на короткі відстані з використанням системи GPS та камер для розпізнавання маршруту та об'єктів навколо.	4 (1)
	Теми 14-15	
17	Розробка робота для автоматичного поливу рослин з використанням датчиків вологості та температури ґрунту.	4 (1)
18	Розробка робота з використанням камер та сенсорів для визначення захворювань рослин.	4 (1)
19	Розробка робота-асистента для діагностики та лікування рослин з використанням штучного інтелекту.	4 (1)
20	Використання комп'ютерного зору з розпізнаванням рухів та голосу.	4 (2)
	Разом за розділом 2	40 (14)
	Разом	60 (24)

4. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (ЗФН)
1	Критерії ефективності автоматизації процесів збору та переробки біомаси в біогаз.	6 (8)
2	Структура СППР в сучасних АСУ.	6 (8)
3	Визначення структури бази даних СППР.	6 (8)
4	Сучасні технології автоматизації отримання біогазу.	6 (8)
5	Структура БГУ та її функціональна структура.	6 (8)
6	Система керування БГУ.	6 (8)

7	Випадкові процеси. Кількісна характеристика випадкових процесів в АСУ ТП.	6 (8)
8	Закони розподілу випадкових величин.	6 (8)
9	Теорія формуючих фільтрів. Рівняння Іто та його використання.	6 (8)
10	Теорія ігор. Критерії Гурвіца, Севіджа, Вальця.	6 (8)
11	Платіжні матриці та їх застосування в АСУ.	6 (8)
12	Класифікація та характеристика нейронних мереж.	6 (8)
13	Особливості нейронної мережі “багатошаровий персептрон”.	6 (8)
14	Використання функції Харінгтона при проектуванні АСУ.	6 (8)
15	Методи знаходження рішень для гри в нормальній формі. Максимінна рівновага.	6 (8)
16	Алгоритми, що використовуються для підвищення точності прогнозування сонячної радіації.	6 (8)
17	Типи активаційних функцій нейронів.	6 (8)
18	Метод знаходження змішаних стратегій в АСУ ТП	6 (8)
19	Метод вилучення домінованих стратегій.	6 (8)
20	Метод знаходження оптимуму Парето при проектуванні АСУ.	6 (8)
21	Вибір технічних засобів для системи управління тепловологісними режимами у промислових теплицях.	6 (8)
22	Апроксимація поверхонь рівняннями регресії.	6 (8)
23	Програмне забезпечення Hoogendoorn Co для автоматизації технологічних процесів у тепличному господарстві.	6 (8)
24	Послідовність пошуку кращого рішення щодо енергоефективності систем автоматизації.	6 (8)
25	Технологічний аудит енергоефективності розробленої системи автоматизації.	6 (8)
26	Використання нейронних мереж для пошуку оптимального рішення за допомогою СППР.	6 (8)
27	Методи прогнозування природних збурень в АСУ ТП.	6 (8)
28	Принципи навчання нейронних мереж в АСУ ТП.	6 (8)
29	Генетичні алгоритми та методика їх застосування.	6 (8)
30	Сутність еволюційних обчислень. Генетичні оператори.	6 (8)
31	Прийоми виконання генетичних алгоритмів. Програмне забезпечення генетичних алгоритмів.	6 (8)
32	Використання мобільної робототехніки у сільському господарстві.	6 (9)
33	Методи, що використовуються при оптимізації виробництва.	6 (8)
34	Ієрархічна структура організаційно-технічної системи з	6 (9)

	біотехнічними об'єктами.	
35	Сучасні засоби контролю температури і вологості у промислових теплицях.	6 (8)
36	Огляд програмних засобів, що використовуються в системах управління тепло-вологісним режимом у промислових теплицях	6 (8)
37	Математична модель мікроклімату у промислових теплицях.	6 (9)
38	Особливості нечіткого управління тепло-вологісними режимами у промислових теплицях.	6 (8)
39	Особливості розробки математичної моделі процесів управління тепло-вологісними режимами у промислових теплицях на базі нечіткої логіки.	6 (8)
40	Особливості моделювання та дослідження нечіткого регулятора в середовищі Matlab.	6 (9)
41	Технічні засоби комп'ютерного зору.	6 (8)
42	Програмні засоби комп'ютерного зору.	6 (8)
43	Технічні засоби робота-асистента для діагностики та лікування рослин.	6 (9)
44	Технічні характеристики сучасних літаючих роботів.	6 (9)
45	Програмне забезпечення сучасних літаючих роботів.	6 (9)
46	Визначення стану рослин з БПЛА за спектральними характеристиками.	6 (8)
47	Визначення обсягів урожаю за допомогою БПЛА.	6 (8)
48	Сучасні роботизовані системи поливу рослин.	6 (8)
49	Сучасні роботизовані системи у корівниках.	6 (8)
50	Сучасні системи керування безпілотними комбайнами.	6 (9)
	Разом	300 (408)

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести;
- захист практичних робіт.

6. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- практичний метод (лабораторні, практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату);
- самостійна робота (виконання завдань).

7. Методи оцінювання:

- екзамен;

- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- захист практичних робіт.

8. **Розподіл балів**, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn – <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2958>);
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- навчальний посібник;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації

- Polishchuk V.M., Shvorov S.A., Flonts I.V., Davidenko T.S., Dvornyk Ye.O. Increasing the Yield of Biogas and Electricity during Manure Fermentation Cattle by Optimally Adding Lime to Extruded Straw. Problemele Energeticiei regionale. 2021. Vol. 1, Iss. 49. P. 73-85.
- Koval, V., Lysenko, V., Shvorov, S., Semeniv, T., Samkov, O. Computing tools in a synchronization signals monitoring system for mobile communication and SMART technologies based networks. International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, 2022, 2022-November, pp. 218–221.
- Shvorov, S.A., Pasichnyk, N.A., Opryshko, O.A., Dudnyk, A.O., Hluhan, F.V. The Methodological Foundations of Building an Energy Efficient Community. Proceedings - 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2022, 2022, pp. 297–300.
- Romaniuk, W.; Rogovskii, I.; Polishchuk, V.; Titova, L.; Borek, K.; Wardal, W.J.; Shvorov, S.; Dvornyk, Y.; Sivak, I.; Drahnev, S.; Derevjanko, D.; Roman, K. Study of Methane Fermentation of Cattle Manure in the Mesophilic Regime with the

Addition of Crude Glycerine, *Energies* 2022, - 15(3439) pp. 1-13.
<https://doi.org/10.3390/en15093439>

5. Romaniuk, W., Rogovskii, I., Polishchuk, V., Shvorov, S., Didur, V., Biletskii, V. Study of Technological Process of Fermentation of Molasses Vinasse in Biogas Plants, *Processes*, 2022, 10(10, 2011) pp. 1-14.

<https://www.mdpi.com/2227-9717/10/10/2011>

6. The Methodological Foundations of Building an Energy Efficient Community. Shvorov, S.A., Pasichnyk, N.A., Opryshko, O.A., Dudnyk, A.O., Hluhan, F.V. *Proceedings - 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2022*, 2022, pp. 297–300.
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7801642066>

7. Pasichnyk, N.A., Shvorov, S.A., Opryshko, O.A. Dudnyk, A.O., Bahatska, O. Urban Agriculture - as a Component Of The Concept Of Energy Efficiency Communities *Proceedings - 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2022*, 2022, pp. 319–324.

8. Polishchuk, V.M., Shvorov, S.A., Krusir, G.V., Dvornyk, Ye.O., Davidenko, T.S. Using Soap Waste from Biodiesel Production to Intensify Biogas Generation during Anaerobic Digestion of Cow Dung | Utilizarea deșeurilor de săpun provenite din producția de biodiesel pentru intensificarea generării de biogaz. *Problems of the Regional Energetic* this link is disabled, 2022, 1(53), pp. 98–108.

9. Pasichnyk, N., Shvorov, S., Gunchenko, Y., Zakharchenko, E., Opryshko, O. Prospects for Satellite Spectral Monitoring for Automation of Processes for Assessing Agricultural Soil Use *CEUR Workshop Proceeding* this link is disabled, 2021, 3126, pp. 313–320. Conference Paper. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205442688>

<http://ceur-ws.org/Vol-3126/paper48.pdf>

10. Pasichnyk, N., Komarchuk, D., Korenkova, H., Shvorov, S., Opryshko, O., Kiktev, N. Spectral-Spatial Analysis of Data of Images of Plantings for Identification of Stresses of Technological Character *CEUR Workshop Proceeding* this link is disabled, 2021, 3126, pp. 305–312.

Conference Paper.

11. Pasichnyk, N., Komarchuk, D., Opryshko, O., Shvorov, S., Zui, O. Validation of Data Obtained After Field Sensing Using UAV for Management of Future Crops. *CEUR Workshop Proceeding* this link is disabled, 2021, 3126, pp. 328–334. Conference Paper. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205442688>

<http://ceur-ws.org/Vol-3126/paper50.pdf>

12. Pasichnyk, N.A., Komarchuk, D.S., Opryshko, O.A., Shvorov, S.A., Kiktev, N.A. Methodology for Software Assessment of the Conformity of Atmospheric Correction from the UAV's Zenith Sensor 2021 *IEEE 6th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development, APUAVD 2021 - Proceedings*, 2021, pp. 179–183. Conference Paper.

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205442688>

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9615177>

13. Komarchuk D.S., Opryshko O.A., Shvorov, S.A., Pasichnyk N.A., Lendiel T. Forecasting the State of Charging Batteries on Board the UAV on the Basis of Neuro-Fuzzy Network Using 2021 IEEE 6th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development, APUAVD 2021 - Proceedings, 2021, pp. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9615413>

14. Komarchuk D.S., Gunchenko, Y.A., Pasichnyk N.A., Shvorov, S.A., Reshetiuk V. Use of Drones in Industrial Greenhouses 2021 IEEE 6th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development, APUAVD 2021 - Proceedings, 2021, pp. 184–187. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9615418>

15. Pasichnyk N., Komarchuk D., Opryshko O., Shvorov S., Bolbot I. Методика програмної оцінки відповідності атмосферної корекції від зенітного сенсору БПЛА. Енергетика і автоматика. № 3, - 2022 р., с. 24-37. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energiya/article/view/16177>

16. Gunchenko Yurii, Shvorov Sergey, Davidenko Taras, Yukhimenko Anna, Slutskiy Dmytro, Martynovych Larysa. Intellectual systems and information technologies: Monograph. Intelligent biomass collection processes management system for biogas harvests by autonomous unmanned aerial vehicles Vienna 2021. P. 69-99, ISBN 978-3-903197-27-5 DOI <http://doi.org/10.29013/GunchenkoY.ISAIT.2021.184>

17. Nunes, L., Pasalodos-Tato, M., Alberdi, I., Sequeira, A. C., Vega, J. A., Silva, V., Vieira, P., & Rego, F. C. (2022). Bulk Density of Shrub Types and Tree Crowns to Use with Forest Inventories in the Iberian Peninsula. *Forests*, 13(4), 555. <https://doi.org/10.3390/f13040555>

18. Bilous, A. M., Diachuk, P. P., Zadorozhniuk, R. M., Matsala, M. S., & Burianchuk, M. M. (2021). Accuracy of selected methods of measurement of tree heights. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 12(1), 6–16. <https://doi.org/10.31548/forest2021.01.001>

19. Rocha, K. D., Silva, C. A., Cosenza, D. N., Mohan, M., Klauberg, C., Schlickmann, M. B., Xia, J., Leite, R. V., Almeida, D. R. A. de, Atkins, J. W., Cardil, A., Rowell, E., Parsons, R., Sánchez-López, N., Prichard, S. J., & Hudak, A. T. (2023). Crown-Level Structure and Fuel Load Characterization from Airborne and Terrestrial Laser Scanning in a Longleaf Pine (*Pinus palustris* Mill.) Forest Ecosystem. *Remote Sensing*, 15(4), 1002. <https://doi.org/10.3390/rs15041002>

20. Vasylyshyn, R., Lakyda, I., Lakyda, M., & Blyshchyk, V. (2023). Net Primary Production of Forest Vegetal Biomass in Kyiv Region. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24(1), 38–45. <https://doi.org/10.12912/27197050/154908>

21. Polishchuk V.M., Shvorov S.A., Flonts I.V., Davidenko T.S., Dvornyk Ye.O. Increasing the Yield of Biogas and Electricity during Manure Fermentation Cattle by Optimally Adding Lime to Extruded Straw. *Problemele Energeticii regionale*. 2021. Vol. 1, Iss. 49. P. 73-85.

22. Koval, V., Lysenko, V., Shvorov, S., Semeniv, T., Samkov, O. Computing tools in a synchronization signals monitoring system for mobile communication and SMART technologies based networks. *International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies*, 2022, 2022-November, pp. 218–221.

23. Shvorov, S.A., Pasichnyk, N.A., Opryshko, O.A., Dudnyk, A.O., Hluhan, F.V. The Methodological Foundations of Building an Energy Efficient Community. Proceedings - 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2022, 2022, pp. 297–300.

Інформаційні ресурси

1. Agricultural Robotics Portal: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://www.unibots.com/Agricultural_Robotics_Portal.htm
2. Інтелектуальні та робототехнічні системи: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://web.kpi.kharkov.ua/cmpps/uk/skmps2/>
3. Робототехнічні системи: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=Y-cMSe109U8>
4. 5 основних напрямків розвитку робототехніки: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.imena.ua/blog/5-directions-of-development-of-robotics/>
5. Електронний курс «Світовий досвід автоматизації сучасних об'єктів аграрного спрямування». [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2958>