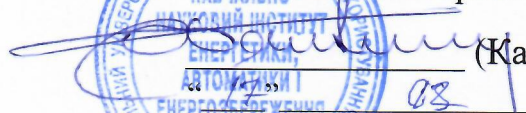


**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

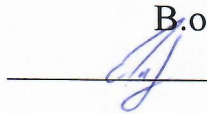
Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

 (Каплун В.В.)
_____ 2024 р.

“СХВАЛЕНО”

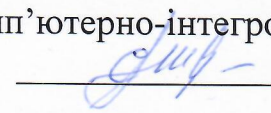
на засіданні кафедри
автоматики та робототехнічних
систем ім. акад. І. І. Мартиненка
Протокол № 1 від 15.08.2024 р.

В.о. завідувача кафедри

 (Опришко О.О.)

”РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОНП підготовки докторів філософії зі
спеціальності 151 Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології

 (Шворов С.А.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Особливості моделювання та ідентифікації об'єктів
аграрного спрямування**

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ОНП Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ННІ Енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: проф. каф., д.т.н., проф. Шворов С.А.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

1. Опис навчальної дисципліни

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ АГРАРНОГО СПРЯМУВАННЯ

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування	
Спеціальність	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий) рівень	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових частин	2	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	1
Семестр	3	3
Лекційні заняття	20 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	30 год.	12 год.
Самостійна робота	100 год.	130 год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання:	5	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Предметом дисципліни «Особливості моделювання та ідентифікації об'єктів аграрного спрямування» є питання розробки і використання математичних і імітаційних моделей об'єктів і процесів сільськогосподарської галузі для створення систем автоматизації.

Мета дисципліни є теоретична і практична підготовка аспірантів, отримання ними знань з розробки і дослідження математичних моделей сільськогосподарського виробництва, обробки експериментальних даних і планування експерименту для підвищення ефективності досліджень на основі комп'ютерних технологій і вміння використовувати їх в навчальному процесі, дослідницьких і проектних роботах.

Об'єктом дисципліни є математичні і імітаційні моделі процесів і виробництв.

Завдання дисципліни полягають в формуванні аспірантів, здатних: навчитись основним алгоритмам і правилам побудови математичних моделей аналітичними і статистичними методами, реалізовувати моделі на персональних комп'ютерах (ПК) з використанням необхідних числових методів, виконувати дослідження за допомогою математичних моделей. Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування у аспірантів компетентностей (та їх складових):

Інтегральна компетентність: Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, 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);

Спеціальні компетентності (СК):

СК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, 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, комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх програмних та апаратних компонентів, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та викладацькій діяльності.

СК5. Здатність створювати новітні системи автоматизації, комп'ютерно-інтегровані технології, розробляти їх технічне, інформаційне, математичне, програмне та організаційне забезпечення із застосуванням сучасних інформаційних технологій, інструментів та компонентів.

Програмні результати навчання:

РН1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій 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.

РН3. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів і процесів автоматизації, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних розробок у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та дотичних міждисциплінарних напрямках.

РН4. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих комплексів та їх складових з використанням сучасних методів дослідження, технічних, 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.

РН6. Розробляти і застосовувати сучасні методи аналізу, синтезу, проектування та дослідження систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх програмних та апаратних компонентів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен **знати:** основні положення системного аналізу об'єктів сільського господарства, способи побудови математичних моделей типових задач с.г. виробництв, методи обробки експериментальних даних з використанням ПК, технологію створення і методику використання моделей, методи аналізу математичних моделей з точки зору їх використання для керування процесами, що відбуваються на с.г. об'єктах, методи оптимізації експерименту і алгоритми для реалізації вивчених методів.

Аспірант повинен **вміти:** розробляти математичні моделі біотехнічних об'єктів автоматизації по результатах активного і пасивного експериментів, вміти приймати рішення після побудови моделі, виконувати круте сходження по поверхні відгуку, використовувати отримані знання в плануванні біотехнічних і технологічних експериментів, реалізовувати і досліджувати математичні моделі с.г. виробництв на комп'ютері.

3. Структура навчальної дисципліни повного терміну денної (заочної) форми навчання

Назви змістових розділів і тем	Кількість годин								
	денна форма					Заочна форма			
	Тиж-ні	Усьо-го	у тому числі			Усьо-го	у тому числі		
			л	лаб	с.р.		л	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Змістовий розділ 1. «Особливості моделювання та ідентифікації об'єктів»									
Тема 1. Класифікація моделей та сфера їх використання	1	15	2	3	10	17		2	15
Тема 2. Розробка математичних моделей об'єктів в статистиці аналітичними методами	2	15	2	3	10	17	2		15
Тема 3. Математичне моделювання динамічних об'єктів керування	3	15	2	3	10	17	2		15
Тема 4. Аналітичні методи розробки динамічних моделей з урахуванням випадкових процесів	4	15	2	3	10	17		2	15
Тема 5. Структурна ідентифікація технологічних об'єктів та класифікація методів ідентифікації	5	15	2	3	10	12		2	10
Разом за змістовим розділом 1		75	10	15	50	80	4	6	70
Змістовий розділ 2. «Вимірювання, планування та обробка експерименту»									
Тема 6. Статистичні методи оброблення результатів вимірювань	6	15	2	3	10	14	2	2	10
Тема 7. Експериментальні методи ідентифікації	7	15	2	3	10	12		2	10
Тема 8. Основні визначення і класифікація методів планування експерименту.	8	15	2	3	10	10			10
Тема 9. Побудова повного факторного експерименту і обробка його результатів	9	15	2	3	10	15			15
Тема 10. Оптимізація об'єктів досліджень по	15	15	2	3	10	19	2	2	15

експериментально-статистичним моделям									
Разом за змістовим розділом 2		75	10	15	50	70	4	6	60
Усього годин		150	20	30	100	150	8	12	130

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження технологічних параметрів клімату на фермі ВРХ за допомогою математичної моделі з використанням пакетів MathCad і Simulink MATLAB.	3 год.
2	Моделювання і дослідження процесу приготування вологих кормів для свиней як об'єкта керування на математичній моделі.	3 год.
3	Моделювання динамічного режиму двох ємнісного повітряного ресивера з використанням пакету MathCad .	3 год.
4	Моделювання і дослідження процесу сушіння зерна з використанням пакету Simulink MATLAB .	3 год.
5	Імітаційне моделювання метаногенеза в апаратах БГУ в середовищі Simulink MATLAB.	3 год.
6	Моделювання і розрахунок перехідних процесів в електричній схемі пристрою з використанням MathCad.	3 год.
7	Знаходження квадратичної математичної моделі по даних двох параметричного пасивного експерименту.	3 год.
8	Знаходження витрат мінеральних добрив для вирощування рослин з використанням економічного критерію оптимізації.	3 год.
9	Отримання математичної моделі по результатах експерименту другого порядку з використанням пакету MathCad (3 год).	3 год.
10	Оптимізація результатів досліджень з використанням багатокритеріальної цільової функції.	3 год.
	Разом:	30 год.

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Рішення ситуаційної задачі на етапі перед проектного обґрунтування по ідентифікації технологічного об'єкту чи технологічного процесу по темі дисертаційної роботи. В процесі роботи: дати опис технологічної схеми технологічного процесу (технологічного об'єкту); визначити критерій ефективності технологічного процесу (технологічного об'єкту); побудувати інформаційну схему технологічного процесу (технологічного об'єкту) та провести її аналіз; вибрати параметри контролю, сигналізації і захисту для технологічного процесу (технологічного об'єкту); побудувати функціонально-технологічну схему технологічного процесу (технологічного об'єкту).	20 год.
2	Вивчення додаткової бібліотеки Simulink Extras в середовищі Simulink MATLAB для реалізації одно параметричної системи регулювання.	20 год.
3	Вивчення додаткової бібліотеки Simulink Extras в середовищі Simulink MATLAB для реалізації двох параметричної системи регулювання.	20 год.
4	Вивчення аналітичного конструювання регуляторів за допомогою класичного варіаційного обчислення на математичній моделі, яка описується диференціальним рівнянням другого порядку.	20 год.
5	Вивчення методу динамічного програмування для аналітичного конструювання регулятора керування електродвигуном дробарки	20 год.
	Разом	100

6. Контрольні питання, для визначення рівня засвоєння знань здобувачами

Контрольні питання для визначення рівня знань студентами

1. В чому полягає задача моделювання технологічного об'єкта керування?
2. Які параметри входять до моделі системи керування ?
3. Так як моделювання системи керування тісно пов'язано з життєвим циклом системи, то перерахуйте етапи і особливості етапів цього циклу?
4. Чим відрізняються матеріальні і уявні моделі, і які класи моделей входять до цих напрямів ?
5. З яких етапів складається створення математичних моделей ?

6. Зробіть класифікацію математичних моделей з урахуванням експериментальних і аналітичних методів їх створення ?
7. Який взаємозв'язок між статичним і динамічним режимами функціонування систем з точки зору керування ?
8. Як можуть бути представлені статичні характеристики системи ?
9. Сформулюйте теорему Вейерштрасса для статичної моделі ?
10. Які фундаментальні залежності фізики є статичними характеристиками, чи рівняннями статички ?
11. Як зображуються математичні моделі статички багато параметричних задач ?
12. Які закони електротехніки використовуються для створення статичної моделі електричного кола постійного струму ?
13. Як записуються матеріальні і енергетичні баланси технологічних об'єктів керування у статиці ?
14. Коли виникає динамічний режим об'єктів моделювання і як він описується математично?
15. Як відображаються часові і частотні динамічні характеристики системи керування ?
16. Як і при яких умовах виконується перетворення Лапласа динамічної моделі об'єкта керування ?
17. Що називається передатною функцією системи (об'єкту автоматизації) ?
18. Як записується амплітудно-фазо-частотна характеристика системи керування (АФЧХ) ?
19. Що називається годографом вектору частотної функції $W(j\omega)$?
20. Який вигляд після перетворення має перехідна функція $h(t)$ при типовому одиничному ступінчатому збуренні $x(t) = 1(t)$ і нульових початкових умовах ?
21. Що характеризує така з динамічних властивостей об'єктів, як його акумулююча здатність ?
22. Як відрізняються і описуються одноємнісні і багатоемнісні об'єкти в динаміці ?
23. Що таке самовирівнювання об'єкта керування ?
24. Чим відрізняються аналітичний і статистичний методи отримання динамічних характеристик об'єктів керування?
25. На чому базується аналітичний (розрахунковий) метод отримання динамічних моделей об'єктів ?
26. Якими є нестационарні, випадкові процеси і від чого вони залежать ? Їх приклади.
27. Від чого залежить кореляційна функція стаціонарного випадкового процесу ?
28. Чому дорівнює дисперсія стаціонарної випадкової функції ? Наведіть формулу дисперсії.

29. Якщо і вхідний вплив $\dot{x}(t)$ і реакція системи $Y(t)$ стаціонарні, то як описується перетворення стаціонарної випадкової функції ?
30. При подачі на вхід системи, гармонійного коливання виду $x(t) = e^{j\omega t}$ на виході отримаємо гармонійне коливання $y(t) = \Phi(j\omega)e^{j\omega t}$. Чому дорівнює і як називається функція $\sqrt{j\omega}$?
31. В якій послідовності за характеристиками випадкової функції на вході лінійної системи знайти характеристики випадкової функції на її виході?
32. Що розуміють під ідентифікацією об'єктів керування?
33. Чим відрізняється структурна і параметрична ідентифікація?
34. Чому необхідно спрощувати властивості реальної фізичної системи при її ідентифікації ?
35. Виконайте класифікацію методів ідентифікації залежно від класу об'єктів, типу прийнятої моделі, підходу до побудови математичної моделі, виду проведеного експерименту, критерію ідентифікації та ін.
36. Які переваги має критерій ідентифікації мінімуму середньої квадратичної помилки перед критерієм максимуму правдоподібності ?
37. Які є класи методів ідентифікації нелінійних динамічних об'єктів і чому їх відмінність ?
38. В чому полягає підхід ранжування змінних при рішенні задачі динамічної ідентифікації ?
39. Якими методами оцінюють результати ідентифікації ?
40. Що розуміють під вимірюванням технологічної величини ?
41. Що таке точність вимірювання ?
42. Що треба робити, якщо випадкова похибка більша за похибку, яка визначається точністю вимірювального приладу ?
43. Причини появи помилок при виконанні вимірювань?
44. Яка відміна між абсолютною і відносною похибкою?
45. Що визначає закон розподілу випадкових величин ?
46. Які параметри характеризують розподіл Гауса ?
47. Чому дорівнює середньоквадратична похибка середнього значення ?
48. Що таке довірчий інтервал ?
49. Як знайти довірчий інтервал використовуючи коефіцієнт Стюдента?
50. Коли між параметрами існує лінійна залежність?
51. В чому полягає задача вибору керування автоматичної системи керування технологічним процесом?
52. Яка послідовність процесу ідентифікації об'єкта?
53. Які питання ідентифікації з'ясовуються на етапі статистичного аналізу технологічного процесу ?
54. Визначення яких оцінок основних статистичних характеристик об'єкта необхідно виконати при ідентифікації об'єкта керування ?
55. Який експеримент називається активним і в чому його переваги?
56. В чому полягає ротатбельність плану експерименту ?

57. Чому дорівнює відношення дисперсії адекватності до дисперсії відтворення і як це відношення використовується для оцінки отриманої моделі ?
58. Як вирішуються задачі регресії матричним способом ?
59. Коли виконується активний, а коли пасивний експеримент?
60. Що таке повний факторний експеримент, експеримент з дрібною реплікою?
61. Як визначається помилка дослідів ?
62. Що таке інтервал надійності і яке він має відношення до коефіцієнтів моделі ?
63. Як визначається дисперсія адекватності моделі ?
64. Які переваги дає планування експерименту перед експериментом, проведеним без плану?
65. Що вимагає умова ортогональності плану?
66. Яка перевага рота табельного плану перед композиційним?
67. Коли рівняння регресії адекватне дослідним даним?
68. Які приймаються рішення по продовженню експерименту, якщо ПФЕ першого порядку дає неадекватне рівняння регресії ?
69. Що таке інтервали варіювання і як їх потрібно змінювати ?
70. Чому рух по градієнту називається «крутим сходженням» ?
71. Скільки потрібно зробити дослідів в напрямку крутого сходження, щоб досягти мети дослідження ?
72. Яка формула використовується для переведення кодованих значень параметрів в рівнянні регресії на натуральні ?
73. Що таке оптимізація і коли вона можлива ?
74. Які компоненти входять в постановку задачі оптимізації?
75. Які є види цільової функції і основні її властивості?
76. Основні вимоги до критерію оптимальності або цільової функції?
77. Методи рішення багатокритеріальних задач ?
78. Які є методи переведення натуральних значень локальних критеріїв оптимізації в безрозмірні?
79. Які переваги методу Харінгтона в приведенні локальних критеріїв оптимізації до безрозмірної форми?
80. Коли зростає складність розв'язання багато параметричних оптимізаційних задач?
81. Яка постановка задачі багато параметричної оптимізації?
82. Що таке норма вектору параметрів оптимізації?
83. Як визначається точність розв'язання задачі з багатьма параметрами?
84. Які відомі методи розв'язання багато параметричних задач?

7. Методи навчання

7. Методи навчання

- словесний метод (лекція, дискусія);
- практичний метод (лабораторні роботи);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);

- робота з навчально-методичною літературою (конспектування);
- самостійна робота (виконання завдань).

8. Форми контролю

Відповідно до Положення про екзамени та заліки у Національному університеті біоресурсів і природокористування України визначені наступні види контролю знань здобувачів вищої освіти: поточний контроль та підсумкова атестації. Форми та методи проведення поточного контролю та підсумкової атестації (екзамен) розробляються лектором дисципліни.

Розподіл балів, які отримують аспіранти. Оцінювання знань аспірантів відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про введення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Рейтинг аспірантів, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу аспірантів із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу аспірантів з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

9. Методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: конспект лекцій, навчальні плани, навчальний посібник; інструктивно-методичні матеріали лабораторних занять; електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи здобувачів електронний навчальний курс:

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2959>

10. Рекомендована література

Основна література

1. Лисенко В.П., Чернишенко Є.В., Решетюк В.М., Мірошник В.О., Заєць Н.А., Цигульов І.Т. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів - К., AgrarMediaGroup, 2016 – 470с.
2. V. Lysenko, V. Reshetiuk, D. Komarchuk Methods and Models of Intellectual Decision-Making Support for Automatized Control of Flexible Integrated Manufacturing», Warsaw, SGGW, 2017 – 336 с.

3. Лисенко В.П., Болбот І.М., Лендел Т.І. Мобільні роботи фітомоніторингу в теплицях, Аграрний сектор України. – К.: Аграрна наука. К.-2017, –231 с.
4. Методи синтезу та аналізу систем автоматичного керування в АПК/ В.Лисенко, В. Решетюк, В.Мірошник, Н.Заєць – К.: КомПрінт, 2017. - 621 с.
5. Мірошник В.О., Решетюк В.М. Типові технологічні об'єкти і процеси в птахівництві. Навчальний посібник. К.: НУБіПУ, ПП «Універсіл», 2018. – 139 с.
6. Лисенко В.П., Мірошник В.О., Штепа В.М. Комп'ютерно-інтегровані технології. Основи MatLab. Навчальний посібник., К.: Вид.центр НУБіП України, 2016, – 80 с.

Додаткова література

- 1 Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини./ Мірошник В. О., Гачковська М. А., Кишенько В. Д., Грабовська О. В. – К.: Видавництво: "КОМПРИНТ". 2019. – 480 с.
- 2 Процеси, системи та обладнання виробництва біогазу: монографія/ Поліщук В.М., Шворов С.А., Войтюк В.Д., Мірошник В.О., К.: НУБіП України, 2019. – 542 с.
- 3 Технічні засоби автоматики: Навчальне видання // А.М. Гладкий. – К.: Видавництво «КВЦ», 2018. – 238 с.
- 4 Грищенко В.О. Типові технологічні процеси і холодильне обладнання для зберігання рослинної продукції: моделювання, динамічні режими, керування. К.: ЦП «Компринт», 2018. – 247с.
- 5 Закон України «Про енергозбереження»: Офіційний текст зі змінами станом на 09.02.2006. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/4845-17.htm>
- 6 Закон України «Про альтернативні джерела енергії»: Офіційний текст. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text>
- 7 Лисенко В.П., Дудник А.О., Лендел Т.І. Особливості автоматизації у спорудах закритого ґрунту - К: ЦП "Компринт", 2017. – 157 с.
- 8 Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. /Павленко П.М., Філоненко С.Ф., Чередніков О.М., Трейтяк В.В. – К.: НАУ, 2017. – 392 с.
- 9 Основи біотехнічних систем та їх моделювання./ Гліненко Л.К., Павлиш В.А., Фаст В.М., Яковенко Є.І., - Львів.: Видавництво ЛП, 2020. – 380 с.
- 10 Моделювання та оптимізація систем: Підручник / Дубовий В.М., Кветний Р.Н., Михальов О.І., Усов А.В., - Вінниця.: ПП «ТД Едельвейс», 2017. – 804 с.
- 11 Назаренко Л.А. Конспект лекцій з курсу «Планування і обробка результатів експерименту». – Харків.: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. – 163 с.

11. Інформаційні ресурси

1. Електронний курс «Особливості моделювання та ідентифікації об'єктів аграрного спрямування». [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2959>
2. Пошуковий сайт – <http://www.google.com.ua>
3. Головна сторінка НУБіП України <http://nubip.edu.ua/>
4. Кафедра автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І.Мартиненка – <https://nubip.edu.ua/departament/ars>
5. Навчально-інформаційний портал ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження <https://nubip.edu.ua/faculty/nni-eaie>
6. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського, Київ. – <http://www.nbuv.gov.ua/>