

**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.)

“17” _____ 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

**Інформаційне та програмне забезпечення сучасних систем автоматизації
біотехнічних об'єктів**

(назва навчальної дисципліни)

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

Розробники: в.о. зав. каф., к.т.н., доц. Опришко О.О., доц., к.т.н. Грищенко В.О.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2024 р.

1. Опис навчальної дисципліни

ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Галузь знань, спеціальність		
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування	
Освітньо-науковий рівень	третій	
Освітній ступінь	доктор філософії	
Спеціальність	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	
Освітньо-наукова програма	Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Нормативна (вибіркова)	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
Рік підготовки	1	1
Семестр	3	3
Лекційні заняття	20 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	- год.	- год.
Лабораторні заняття	30 год.	12 год.
Іспит	2 - год.	2 - год.
Курсовий проект (робота)	- год.	- год.
Самостійна робота	100 год.	130 год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5 год.	- год.
Загальна кількість годин	150 год.	150 год.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни "Інформаційне та програмне забезпечення сучасних систем автоматизації біотехнічних об'єктів" – засвоїти основи вибору, принципів використання програмного забезпечення для реалізації типових задач сучасних систем автоматизації біотехнічних об'єктів.

Предметом дисципліни є питання розробки інформаційного та програмного забезпечення сучасних систем автоматизації технологічних об'єктів аграрного сектору.

Об'єктом вивчення є інформаційне та програмне забезпечення.

Завдання дисципліни – вивчення алгоритмів функціонування сучасних систем керування.

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):

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

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.

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.

РН7. Застосовувати сучасні цифрові технології, мікропроцесорні засоби, мехатронні компоненти, спеціалізоване програмне забезпечення, для створення новітніх систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх технічного, інформаційного, математичного, програмного та організаційного забезпечення.

РН8. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

В результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

знати: принципи роботи та використання типового програмного забезпечення для реалізації типових задач сучасних систем автоматизації біотехнічних об'єктів;

вміти: розробляти алгоритми та програмне забезпечення для керування сучасними системами автоматизації; діагностувати програмні продукти та вміти програмувати логічні контролери.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	у с ь о г о	у тому числі					у с ь о г о	у тому числі				
		л е к ц і й	п р а к т и ч .	л а б о р а т. .	і н д і в і д .	с. р.		л е к ц і й	п р а к т и ч .	л а б о р а т. .	і н д і в і д .	с.р.
Змістовий модуль 1. Апаратні засоби мікропроцесорних систем керування												
Тема 1. Супутниковий моніторинг об'єктів.		2		2		10		2		2		12
Тема 2. Діагностика азотного живлення для рослин.		2		2		10		2		2		12
Тема 3. Відбивання світла листям рослин як метод дистанційного зондування.		2		2		10				2		12
Тема 4. Відбиття світла рослинними насадженнями.		2		4		10						12
Тема 5. Агromетeоролoгiчне прогнозування		2		4		10						12
Разом за змістовим модулем 1		10		14		50		4		6		60
Змістовий модуль 2. Програмування систем керування												
Тема 1. Мережі MODBUS.		2		2		10		2		2		10
Тема 2. Контроль і реєстрація параметрів з використанням SCADA-системи OWEN Process Manager		2		2		10				2		10
Тема 3. Використання ПЛК TWIDO для керування панелями вентиляції парникових систем		2		4		10						10
Тема 4. Використання ПЛК TWIDO для керування панелями вентиляції парникових систем		2		4		10						10
Тема 5. Огляд лінійки ПЛК Schneider Electric та програмного забезпечення для їх програмування		2		4		10		2		2		10
Разом за змістовим модулем 2		10		16		50		4		4		50
Усього годин		20		30		100		8		10		130

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Інтернет-сервіс SASPlanet	2
2	Аналіз результатів спектрального моніторингу засобами MathCAD	2
3	Налагодження фільтрації даних на базі образу дослідного об'єкту	2
4	Вивчення базових процесів створення карт розподілу вегетаційних індексів на прикладі ПЗ SlantView	4
5	Корегування налаштувань фільтрів тіні та ґрунту	4
6	Дослідження розподіленої системи управління (OWEN мережа Modbus)	2
7	Апаратна частина програмованих контролерів Schneider Twido. Мова релейно-контактних схем	2
8	Типові функціональні блоки – таймери та затримки програмованих контролерів Schneider Twido	4
9	Типові функціональні блоки – лічильники, швидкі лічильники та широтно-імпульсні генератори програмованих контролерів Schneider Twido	4
10	Команди передачі управління, переходів і міток програмованих контролерів Schneider Twido	4
	Разом	30

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Процедури пошуку і замовлення даних дистанційного зондування Землі на геопорталах	20
2	Використання інтернет-сервісів для організації метеоспостережень	20
3	Метеоспостереження за допомогою Інтернет-сервісів і наземних приладів	20
4	Modbus рішення від OWEN	20
5	OWEN Process Manager	20
	Разом	100

6. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань здобувачами

1. Що розуміють під ДЗЗ. Що являють собою дані ДЗЗ?
2. Назвіть основні переваги ДЗЗ?

3. Який комітет є основним міжнародним консультативним органом координатором політики в області ДЗЗ?
4. Опишіть основні етапи розвитку технологій ДЗЗ.
5. Який космічний апарат є піонером ДЗЗ?
6. Назвіть основні тенденції розвитку ДЗЗ?
7. Які діапазони електромагнітного спектру використовують для ДЗЗ?
8. Що таке вікна прозорості атмосфери?
9. Опишіть особливості кривої спектральної яскравості рослинності. Чим вони обумовлені?
10. Назвіть основні елементи наземного і орбітального сегментів ДД?
11. Які способи передачі даних ДЗЗ на Землю ви знаєте?
12. Які переваги забезпечують використання кругових сонячно-синхронних орбіт штучних супутників Землі?
13. Які орбіти штучних супутників Землі забезпечують максимальне охоплення території?
14. Приведіть класифікацію знімальних систем щодо технології отримання знімків?
15. Опишіть переваги використання радіолокаційних систем.
16. Які характеристики космічного супутника залежать від його висоти?
17. В якому діапазоні можуть змінюватись спектральна яскравість зображення з РР 11 біт?
18. Приведіть основні характеристики даних, отриманих від супутників NOAA?
19. Які сучасні системи ДЗЗ дозволяють отримувати дані із надвисокою розподільчою здатністю?
20. Опишіть призначення каналів камери Landsat 8.
21. Які сучасні системи ДЗЗ мають прилади для проведення радіолокаційної зйомки?
22. Чому потрібна радіометрична корекція даних ДЗЗ?
23. Які алгоритми виконання атмосферної корекції ви знаєте?
24. Дайте визначення гістограми.
25. Для чого використовуються спектральні перетворення зображень?
26. Опишіть базову операцію просторової фільтрації (супутникові технології).
27. Дайте визначення вегетаційного індексу (VI).
28. Що таке ґрунтова лінія?
29. Назвіть VI, стійкі до впливу ґрунту (космічні знімки).
30. Які космічні VI вважаються стійкими до впливу атмосфери?
31. Які космічні VI вважаються придатними у випадку вивчення території із не щільною рослинністю?
32. Перечисліть основні додаткові модулі, що дозволяють розширити функційні можливості базових пакетів ERDAS Imagine.
33. Назвіть головну особливість системи ERDAS ER Mapper.
34. Які алгоритми класифікації із навчанням реалізовані в програмному пакеті MultiSpec?

35. Яку розподільчу здатність повинні мати космічні супутники , що використовуються для побудови топографічних карт М 1:100000?
36. Назвіть 4 основні області , в яких використовують ДЗЗ при вирішенні задач оцінки природних ресурсів і оточуючого середовища?
37. Для яких задач можуть бути використані дані ДЗЗ отримані в різний час?
38. Назвіть прикладні задачі, які можна віднести до задач виявлення і контролю надзвичайних ситуацій.
39. Яким чином дані ДЗЗ можуть бути використані для виявлення осередків розповсюдження хвороб рослинних насаджень техногенного походження?
40. Які вимоги висувають до даних ДЗЗ при вирішенні різних прикладних задач?
41. Що мається на увазі під поняттям «координатне землеробство»?
42. Які основні критерії при застосуванні координатного землеробства забезпечують поліпшення стану полів і підвищення ефективності аграрного менеджменту?
43. Що є основною відмінною ознакою технологій координатного землеробства?
44. Для чого при застосуванні технологій координатного землеробства необхідні САПР?
45. З чого складається наземний комплекс управління космічними апаратами?
46. Що входить в навігаційну апаратуру споживачів?
47. Наведіть класифікацію безпілотних літальних апаратів.
48. Як здійснюється управління безпілотними літальними апаратами?
49. Що являє собою безпілотна авіаційна система?
50. Які існують передумови застосування безпілотних літальних апаратів для аерофотознімання?
51. Назвіть кілька моделей безпілотних літальних апаратів для аерофотознімання.
52. Яка принципова конструкція БПЛА?
53. Розкажіть про застосування безпілотних літальних апаратів в сільському господарстві.
54. Які основні переваги застосування БПЛА в координатному землеробстві?
55. Назвіть основні технічні характеристики БПЛА.
56. Які існують недоліки застосування БПЛА в сільському господарстві?
57. Назвіть перспективні двигуни для БПЛА сільськогосподарського призначення?
58. Які основні конструкції планерів використовуються в аграрній галузі і чому?
59. Які заходи безпеки потрібно застосовувати при зберіганні та використанні АКБ для БПЛА аграрного призначення?
60. Які переваги мають гібридні системи для БПЛА у порівнянні із системами ДВЗ та суто електричними системами?
61. У чому відмінності паралельного і автоматичного водіння автотракторної техніки?

62. Яке обладнання необхідне для здійснення паралельного і автоматичного водіння?
63. Для яких цілей призначена RTK-станція?
64. Яка необхідна точність позиціонування техніки при посіві зернових культур?
65. Що мається на увазі під абсолютною точністю позиціонування?
66. Для яких цілей необхідні сервіси поправок?
67. Розкажіть про геоінформаційні системи в сільському господарстві.
68. Що собою являють електронні карти полів?
69. Опишіть структуру електронних карт.
70. Як поєднати в електронних картах різномірні данні?
71. У чому полягають технології створення електронних карт? Яке обладнання необхідне для складання карти родючості?
72. Як і для яких цілей вимірюється електричний опір ґрунту?
73. Як здійснюється оцінка теплопровідності ґрунту?
74. Як проводиться визначення опору penetрації?
75. Яке обладнання встановлюється на комбайн для складання карт врожайності?
76. Для чого призначений датчик вимірювання вологості в системі картування врожайності?
77. Що являє собою карта рентабельності поля?
78. У чому полягають дистанційні методи спостереження за продуктивністю в рослинництві?
79. Що являє собою індекс NDVI і для чого він розраховується?
80. Що таке інтегральні вегетаційні індекси, їх переваги?
81. Які індекси можуть використовуватись для ідентифікації ґрунту на знімках із високою роздільною здатністю?
82. На яких принципах заснована робота сенсорних датчиків в системі координатного землеробства?
83. Які прилади застосовуються для оцінки індексу NDVI в системі координатного землеробства?
84. Розкажіть про принципову схему обстеження посівів оптичним датчиком N-Sensor Yara.
85. Як працює оптичний датчик N-Sensor Yara в комплекті з розподільником гранульованих добрив в режимі online?
86. Що являють собою портативні датчики для безконтактних вимірювань показників травостою і як вони працюють?
87. Для чого потрібна просторово-часова оцінка NDVI в координатному (точному) землеробстві?
88. Що мається на увазі під диференційованому внесенням добрив і засобів хімічного захисту?
89. У чому відмінності режимів offline і online при внесенні добрив і засобів захисту рослин?
90. Яке обладнання необхідне для проведення диференційованого внесення?
91. Чому ефективно диференційоване внесення гербіцидів по парі?

92. Яка приблизна ефективність традиційного і диференційованого застосування добрив на проблемних ділянках?
93. Для чого необхідна стандартизація в координатному землеробстві?
94. Яким органом розробляються національні стандарти по координатного землеробства?
95. Які завдання вирішуються при розробці національних і міжнародних стандартів в області координатного землеробства?
96. Що входить в сферу діяльності підкомітету з стандартизації ДЗЗ?
97. Які додаткові функції і компетенції входять в обов'язки розробника національних стандартів ДЗЗ?
98. Які стандарти в області координатного землеробства вже розроблені і які будуть розроблені найближчим часом ДЗЗ?
99. Відповідно до якої зарубіжної нормативної документацією розробляються вітчизняні стандарти в області координатного землеробства та ДЗЗ?
100. На яких майданчиках здійснюється відпрацювання основних положень нормативної документації по координатного землеробства?
101. Як вибрати мову програмування при створенні проекту і чи можна його змінити в процесі роботи над проектом?
102. Як підключити бібліотеку до проекту?
103. Що таке екземпляр функціонального блоку і чим функція відрізняється від функціонального блоку?
104. Яким чином можна відкрити проект і завантажити його в контролер?
105. Які методи налагодження програм використовуються в системі CoDeSys?
106. Які типи даних використовуються в мовах програмування системи CoDeSys?
107. Яким способом оголошуються змінні в мовах програмування системи CoDeSys?
108. Яка інформація міститься в target-файлах?
109. Як змінну зв'язати з конкретним входом контролера?
110. Які параметри інтерфейсу RS-232 встановлюються під час налаштування зв'язку?
111. Які модулі можуть входити до складу досліджуваного контролера?
112. Які підлегли підмодулі можна підключити до модуля дискретного вводу?
113. Які параметри можна редагувати при конфігурації модулів дискретного вводу-виводу?
114. Як здійснити підключення енкодера до досліджуваного контролера?
115. Як здійснюється управління звуковим випромінювачем контролера з програми?
116. Як змінити значення тривалості робочого циклу контролера?
117. Які функціональні блоки можуть вставлятися в ланцюзі мови LD системи CoDeSys?
118. Яким чином організовуються переходи в керуючих програмах, написаних на мові LD?
119. Як позначається елемент, відповідний дискретного входу або виходу контролера в мові програмування LD?

120. Як вставити коментарі в керуючій програмі на мові LD?
121. Які позиції може займати курсор при складанні програми на мові програмування LD?
122. Як змінити розміри елементів в редакторі LD?
123. Як змінити найменування елемента в редакторі LD
124. Як змінити послідовність елементів у ланцюзі програми на мові LD?
125. Як визначити стан елемента при налагодженні програми на мові LD?
126. Як виконується програма на мові LD в покроковому режимі?

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

У ході навчання використовуються поточний і підсумковий контроль.

Поточний контроль знань здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії проводиться шляхом опитування за результатами опрацьованого матеріалу. Підсумковий контроль знань у вигляді екзамену проводиться у письмовій формі з подальшою усною співбесідою.

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»

Таблиця 1

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, методичні вказівки до виконання лабораторних занять; контрольні роботи; 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=2042>

10. Рекомендована література

Основна

1. Паршина О.А. та ін. Інформаційні системи і технології в управлінні об'єктами критичних інфраструктур: Навч. посібник. Дніпро: УМСВ, 2024. 260.
2. Планування маршрутів та управління рухом безпілотних збиральних комбайнів: Монографія / [Лисенко В.П., Шворов С.А., Пасічник Н.А., Комарчук Д.С., Опришко О.О., Лукін В.Є., Руденський А.А.] – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2019. – 656 с.
3. Конспект лекцій з навчальної дисципліни "Інформаційне та програмне забезпечення сучасних систем автоматизації біотехнічних об'єктів". НУБіП, 2021.
4. Гетерогенні комп'ютерні мережі критичного застосування на основі роїв та зграй БПЛА : монографія / Ірина Журавська ; Чорномор. нац. ун-т ім. Петра Могили. - Миколаїв : ЧНУ ім. Петра Могили, 2019. – 190 с.
5. Агрогроекологічний супутниковий моніторинг = Agroecological earth observation : [монографія] / О. Г. Тараріко [та ін.]; Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т агроєкології і природокористування. - Київ : Аграрна наука, 2019. – 201 с.
6. Фотограмметрія і дистанційне зондування Землі: навч. посіб. / С. М. Білокриницький ; Чернівецький національний ун-т ім. Юрія Федьковича. – Чернівці: Рута, 2017. – 320 с.
7. Дистанційне зондування Землі із космосу: науково-технічні основи формування й обробки видової інформації : монографія / В. П. Манойлов [и др.] ; Житомирський держ. технологічний ун-т. - Житомир : ЖДТУ, 2008. – 384 с.
8. Фотограмметрія і дистанційне зондування : навч. посіб. для проведення практ. і лаб. робіт / О. С. Бутенко, О. І. Горелик ; Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків : ХАІ, 2018. – 51 с.
9. Фотограмметрія та дистанційне зондування : підручник / О. Л. Дорожинський. Кн. 1. - Львів : Львівська політехніка, 2019. – 176 с.
10. Автоматизація моніторингу станів посівів та збирання озимих культур: Монографія / [Пасічник Н.А., Лисенко В.П., Шворов С.А., Опришко О.О., Комарчук Д.С., Лендел Т.І., Юхименко А.С. – К.: НУБіП України, 2021. – 577 с.
11. Lysenko V. Methods and Models of Intellectual Decision-Making Support for Automatized Control of Flexible Integrated Manufacturing» / Lysenko V., Reshetiuk V., Komarchuk D.– Warsaw, SGGW, 2016 – 336 с.
12. IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems / Karl-Heinz John, Michael Tiegelkamp – NY.: Spriger. – 240 p.
13. Trace Mode 6 Том 1 / Trace Mode 6 – М.: AdAstrA Research Group. – 589 с.

Додаткова

1. Інтелектуальні системи керування біотехнічними об'єктами / В.Лисенко, Н.Заєць, М. Гачковська, О. Савчук. – К.: КомПрінт, 2019. – 549 с.

2. ChatGPT, «What is the difference between Biomedical and Biological Engineering?», poe.com/ChatGPT, 2023.
<https://poe.com/s/20iW9ghX5nh3RD9uIKAE>.
3. Mini S. Thomas. Power System SCADA and Smart Grids / Mini S. Thomas, John Douglas McDonald. – CRC Press. – 335 p. – Режим доступу: <https://www.amazon.com/Power-System-SCADA-Smart-Grids/dp/148222674X>
4. Ладанюк А.П., Заєць Н.А., Власенко Л.О. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів: монографія. – К.: видавництво Ліра-К, 2016. 312 с. Режим доступу: <http://lira-k.com.ua/preview/12241.pdf>
5. Інформаційні системи в АСУ ТП. – Режим доступу:
6. Synthesis of advanced automatic control systems: monograph. / Yuriy Romasevych, Viatcheslav Loveikin, Alla Dudnyk, Vitaliy Lysenko, Natalia Zaets.– Kōima, 2020. – 140 p.
7. Якість ґрунту. Дистанційне зондування ґрунтів. Картографування ґрунтового покриття методом багатоспектрального сканування. - Чинний від 2016-07-01. – Київ : УкрНДНЦ, 2016. – III, 13 с.
8. Дистанційне зондування Землі з космосу. Методика оброблення даних. Порядок розроблення. – Чинний від 2016-07-01. – Київ : УкрНДНЦ, 2016. – III, 8 с.
9. Дистанційне зондування Землі. Фізичні основи : навч. посіб. / В. І. Зацерковний ; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. - Київ : КНУ ім. Тараса Шевченка ; Ніжин : НДУ ім. Миколи Гоголя, 2018. – 380 с.

11. Інформаційні ресурси

<https://wikipedia.org> – онлайн-енциклопедія;
<https://www.soft.farm/uk/blog/vegetacijni-indeksi-ndvi-evi-gndvi-cvi-true-color-140> – вегетаційні індекси;
<https://eos.com/uk/blog/vehetatsiini-indeksy/> – розумні рішення для агробізнесу;
<https://www.indexdatabase.de/> Index DataBase – A database for remote sensing indices;
<https://athlonavia.com/en/home/> – безпілотні рішення для бізнесу;
<https://opendatabot.ua/c/45493071> – безпілотні технології України.