

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ,
АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**КАФЕДРА АВТОМАТИКИ ТА РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ІМ. АКАДЕМІКА І.І. МАРТИНЕНКА**

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС

ДИСЦИПЛІНИ

**"ОСОБЛИВОСТІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ"**

Спеціальність - 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітній ступінь – „Магістр”

Київ 2020

Національний університет біоресурсів і природокористування України

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

_____ (Козирський В.В.)

“ _____ ” _____ 2020 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні АРС
Протокол № 37 від “19” 06. 2020 р.

Завідувач кафедру

_____ (Лисенко В.П.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ОСОБЛИВОСТІ КОМП’ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ**

Спеціальність - 151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва напрямку підготовки)

ННІ _____ Енергетики, автоматики і енергозбереження

(назва факультету)

Розробники: доц., д.т.н. Заєць Н. А.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

доц., к.т.н. Мірошник В.О.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2020 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Особливості комп'ютерного моделювання систем автоматизації біотехнічних об'єктів

(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітньо-кваліфікаційний рівень	магістр (бакалавр, спеціаліст, магістр)	
Напрямок підготовки		
Спеціальність	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова / вибіркова	
Загальна кількість годин	188	
Кількість кредитів ECTS	6	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	1	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	
Семестр	1	
Лекційні заняття	20 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	20 год.	год.
Лабораторні заняття	40 год.	год.
Самостійна робота	108 год.	год.
Індивідуальні завдання	год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	8 год.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – підготовка студентів до самостійного розв’язання практичних і наукових задач з розробки і дослідження математичних моделей біотехнічних об’єктів сільськогосподарських виробництв, синтезу автоматизованих систем управління складними об’єктами, їх дослідженню та аналізу, вибору оптимальних рішень, використовуючи математичні моделі різної складності, із використанням яких розробити та реалізувати ефективні алгоритми керування об’єктами.

Завдання:

- навчитись основним алгоритмам і правилам ідентифікації та побудови математичних моделей аналітичними і статистичними методами;
- виконати дослідження математичної моделі об’єкту керування з використанням математичних пакетів MathCad і MATLAB з вивченням можливих каналів керування даним об’єктом;
- ефективно засвоїти комплекс спеціальних дисциплін – теорія автоматичного керування, автоматизація технологічних процесів, автоматизовані системи керування, моделювання і оптимізація систем керування, проектування систем автоматики тощо;
- застосовувати набуті знання при виконанні дисертаційного дослідження;
- по завершенню навчання набуті знання із інтелектуальних підходів моделювання та керування дадуть змогу студенту ефективно вирішувати практичні задачі інтелектуалізації систем автоматизації сучасних об’єктів аграрного спрямування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- способи побудови математичних моделей типових задач с.г. виробництв;
- основні етапи створення та моделювання об’єктів керування і складних автоматизованих систем управління об’єктами;
- основні методи та підходи до створення оптимальних систем управління;
- основні прикладні пакети для моделювання складних систем управління, їх особливості та призначення.

вміти:

- правильно використовувати спеціалізовані пакети прикладних програм для моделювання багатовимірних складних систем управління;
- правильно вибирати та використовувати оптимальні функції спеціалізованих пакетів прикладних програм для досягнення оптимального рішення;
- реалізовувати і досліджувати математичні моделі с.г. виробництв за допомогою ППП;
- правильно вибирати та використовувати методи синтезу систем управління (методи теорії автоматичного управління, числові методи, математичні

методи, сучасні методи теорії управління) для досягнення оптимального рішення.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для: – повного терміну денної форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма								Заочна форма					
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					с.р.
			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	
Змістовий модуль 1. Комп'ютерне моделювання біотехнічних об'єктів, як об'єктів керування														
Тема 1. Ідентифікація технологічних і біотехнічних об'єктів	1	18	2	2	4		10	19	1	1				17
Тема 2. . Ідентифікація одно ємкісних процесів як об'єктів керування	2	18	2	2	4		10	19			2			17
Тема 3. . Ідентифікація об'єктів керування дослідницькими методами	3	18	2	2	4		10	19	1	1				17
Тема 4. Моделювання теплових, масообмінних і технологічних процесів на підприємствах АПК	4	18	2	2	4		10	19			2			17
Тема 5. Моделювання систем керування	5	22	2	2	4		14	18	1	1				16
Разом за змістовим модулем 1		94	10	10	20		54	94	3	3	4			84
Змістовий модуль 2. Комп'ютерне моделювання систем автоматизації біотехнічних об'єктів														
Тема 1. Моделювання адаптивних систем керування з еталонними моделями та ідентифікатором	6	18	2	2	4		10	19	1	1				17
Тема 2. Екстремальні автоматичні системи. Системи із самоорганізацією.	7	18	2	2	4		10	19			2			17
Тема 3. Метод простору станів для аналізу та синтезу лінійних багатовимірних систем. Керованість та	8	18	2	2	6		10	19	1	1				17

спостережність багатовимірних систем.													
Тема 4. Загальна задача синтезу регуляторів. Методи синтезу регуляторів в класі багатовимірних стаціонарних систем	9	18	2	2			10	19			2		17
Тема 5. Розробка спеціальних регуляторів для об'єктів з запізнюванням (прогнозатор Сміта, регулятор Ресвіка). Комбінування робастного та адаптивного керування в інтелектуальних системах	10	22	2	2	6		14	18	1	1			16
Разом за змістовим модулем 2		94	10	10	20		54	94	3	3	4		84
Усього годин		188	20	20	40		108	188	6	6	8		168

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Моделювання і дослідження цифрових систем керування в середовищі Matlab	2
2	Визначення перехідних процесів в електричній схемі пристрою на моделі в середовищі MathCad.	2
3	Дослідження електродвигуна постійного струму на імітаційній моделі в середовищі Simulink MATLAB	2
4	Моделювання теплообміну і вентиляції в тваринницькій фермі в середовищі Simulink MATLAB.	2
5	Використання узагальненого критерію для оптимізації технологічних процесів	2
6	Запуск та операції при програмуванні динамічних систем	2
7	Введення числових даних. Побудова графіків	2
8	Матричні операції. Робота з поліномами	2
9	Власні числа та вектори	2
10	Символьні розрахунки в MATLAB	2

5. Теми лабораторних занять

№ З/п	Назва теми	Кількість Годин
1	Моделювання об'єкту керування «Система опалення блочних теплиць» в середовищі Simulink MATLAB	4
2	Моделювання об'єкту керування «Сушарка для зерна» в середовищі Simulink MATLAB	4
3	Розрахунки динамічних характеристик трубопроводу зволоженого корму в середовищі Simulink MATLAB	4
4	Дослідження охолодження молока в об'єкті керування танку охолоджувачі в середовищі Simulink MATLAB	4
5	Дослідження динаміки підігріву виноградного соку в кожухо-трубному теплообміннику в середовищі Simulink MATLAB	4
6	Дослідження об'єктів автоматичного керування та розрахунків оптимальних налаштувань регуляторів	4
7	Розробка та дослідження адаптивної системи з еталонною моделлю	4
8	Розробка спеціальних регуляторів для об'єктів з запізнюванням (прогнозатор Сміта, регулятор Ресвіка)	6
9	Багатовимірні об'єкти в просторі змінних стану. Оптимізація фільтрації (фільтр Калмана-Бюсі)	6

6. Завдання на виконання курсової роботи:

а) Зробити технологічний аналіз процесу по темі дипломного проекту як об'єкта керування і вивчити його функціональну схему. Підібрати табличні і експериментальні дані для отримання необхідних рівнянь математичної моделі статистичними методами.

б) Зробити параметричний аналіз технологічного процесу як об'єкта керування.

в) Створити математичну модель об'єкта керування аналітичним методом. Деякі рівняння моделі, які описують технологічні характеристики моделі, отримати статистичними методами по табличних або експериментальних даних використовуючи можливості пакету MathCad.

г) Розрахувати постійну часу, запізнення по каналу керування температурою і коефіцієнт передачі передатної функції об'єкта керування.

д) По рівняннях математичної моделі в середовищі Simulink MATLAB створити імітаційну модель з використанням підпрограм для кращого розуміння структури моделі.

е) Провести дослідження моделі по впливу різних факторів (збурень) на характеристики передатної функції і самого об'єкта. При необхідності, зробити оптимізацію керування технологічним процесом з використанням економічного або узагальненого критерію.

ж) Написати висновки по результатах досліджень.

з) Вказати використану літературу.

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань.

1. Принципи побудови математичних моделей біотехнологічного процесу(БТП). Розробка концептуальних моделей.
2. Вибір структури математичних моделей БТП, їх аналіз.
3. Комп'ютерне моделювання БТП. Коли виникає необхідність застосування адаптивних систем?
4. Які задачі керування розв'язуються за допомогою адаптивних систем?
5. Наведіть загальну структуру адаптивної системи.
6. Наведіть структуру та поясніть принцип роботи адаптивної системи з еталонною моделлю.
7. Запишіть рівняння статички адаптивної системи з еталонною моделлю.
8. Як оцінюється похибка адаптації в системах з еталонними моделями?
9. Які методи використовуються при синтезі адаптивних систем з еталонними моделями?
10. Наведіть структуру адаптивної системи з ідентифікатором.
11. Дайте визначення екстремальної системи.
12. Наведіть приклади екстремальних статичних характеристик об'єкта.
13. За якими ознаками класифікуються екстремальні системи?
14. Наведіть основні методи та структури систем для пошуку екстремуму.
15. Наведіть приклад перехідного процесу в екстремальній системі.
16. В чому особливість процесу пошуку екстремуму для систем з інерційними елементами?
17. Наведіть приклад адаптивної системи із самоорганізацією.
18. Які види представлення об'єкта та системи знаєте?
19. Що таке модель в просторі змінних стану, які змінні в неї входять?
20. Що таке матричні передаточні функції і де їх використовують?
21. Яким чином можна перейти від моделі в матричних передаточних функціях до моделі в просторі змінних стану?
22. Що таке керованість об'єкта?
23. Що таке спостережність об'єкта?
24. В чому полягає основна проблема синтезу регуляторів у класі багатовимірних систем?
25. Яке призначення компенсаторів у багатовимірних системах?
26. Яка система називається квадратною?
27. Як формулюється критерій оцінки якості багатовимірної системи?
28. Як описується регулятор в координатах стану?

29. Які вимоги до властивостей об'єкта повинні використовуватись в задачі синтезу багатовимірної системи?
30. Наведіть приклад для діагональної матриці квадратної системи.
31. Як оцінюється зв'язність каналів у багатовимірних системах?
32. Як оцінюється чутливість систем керування?
33. Наведіть вирази для оцінки чутливості систем різної структури.
34. Дайте визначення "робастне управління", "робастна система".
35. Наведіть приклади параметричної невизначеності.
36. Що таке суттєве та критичне запізнювання в системі? Яким чином отримали ці значення?
37. Поясніть структурну схему моделі системи регулювання з прогнозатором Сміта, назвіть призначення кожної ланки.
38. Коли використовується прогнозатор Сміта? Назвіть обмеження при його застосуванні.
39. Поясніть структурну схему моделі системи регулювання з регулятором Ресвіка, назвіть призначення кожної ланки.
40. Назвіть обмеження при застосуванні регулятора Ресвіка.
41. Що таке інтервальна афінна та частотна невизначеність?
42. Як формулюється теорема Харитонова?
43. Сформулюйте вимоги щодо робастно стійкості матриць.
44. Наведіть приклади робастно стабілізації з використанням різних регуляторів.
45. Наведіть приклади робастних систем управління для технологічних об'єктів.
46. Чому H_∞ - оптимальні системи є робастним?
47. Наведіть постановку задачі для H_2 - та H_∞ - субоптимальних регуляторів.
48. У чому полягає відмінність представлення об'єкта для синтезу робастних систем?
49. У яких випадках виникають задачі ідентифікації?
50. Які етапи реалізації задачі ідентифікації?
51. Чим відрізняється створення математичних моделей ідентифікації аналітичним і експериментальним методами?
52. Для чого потрібно спрощувати систему при моделюванні?
53. Дайте визначення поняття ідентифікації.
54. Загальна схема процесу ідентифікації.
55. Що таке критерії оцінки ідентифікації?
56. В чому полягає структурна та параметрична ідентифікація?
57. Математична постановка задачі ідентифікації.
58. Що входить в апостеріорну та апріорну інформацію при вирішенні задачі ідентифікації?
59. Які вимоги до критеріїв ідентифікації?

60. Які основні похибки ідентифікації?
61. Яким чином здійснюється вибір структур математичних моделей?
62. Яким чином здійснюється вибір алгоритмів ідентифікації?
63. Які проблеми виникають від похибок при ідентифікації?
64. Які є види класифікації методів ідентифікації об'єктів керування?
65. На чому базуються активні і пасивні методи ідентифікації?
66. На яких принципах базується вибір суттєвих параметрів в задачах нелінійної ідентифікації?
67. При якій умові створюється статичний режим роботи об'єкта?
68. Що приводить до зміни вихідного параметра?
69. Як, скориставшись формулою Тейлора, можна отримати рівняння динаміки зміни вихідного параметра?
70. Що таке час астатичного розгону об'єкта?
71. Що називається швидкістю розгону при повному навантаженні?
72. Який вигляд має коефіцієнт самовирівнювання об'єкту (процесу)?
73. Який вигляд має рівняння А. Стодоли для простого одно ємкісного об'єкту?
74. Що на що треба поділити, щоб отримати постійну часу об'єкта?
75. Що називають коефіцієнтом передачі або посилення об'єкту?
76. Який вигляд має передатна функцію в операторній формі для одно ємкісного статичного об'єкту?
77. Який вигляд має загальне рішення вихідного диференційного рівняння, крива розгону об'єкту?
78. До якої межі наближається перехідний процес при додатному самовирівнюванні?
79. Яке самовирівнювання в астатичних і нестійких об'єктах керування?
80. Який час розгону без інерційних об'єктів?
81. Яким об'єктом є водонапірна установка з переливом на вході і чому?
82. Яким об'єктом є водонапірна установка із спільним водопроводом на вході і виході і чому?
83. Чому об'єкт керування процесом регулювання температурою повітря, що подається повітропроводом, називають інерційним?
84. В яких випадках розробники систем автоматизації вдаються до експериментальних досліджень?
85. Що потрібно для проведення експериментальних досліджень активними або пасивними методами?
86. Які форми збурень бувають при проведенні експериментів?
87. В яких випадках проводять пасивний експеримент і які фактори впливають на його ефективність?
88. Для чого використовуються критерії Стюдента і Фішера в багатофакторному експерименті?

89. Як визначається динаміка процесу по експериментальних даних в нульовій точці?
90. За який час перехідна процесу об'єкту керування набере 95% нового сталого режиму?
91. Як визначається коефіцієнт підсилення (передачі) об'єкту?
92. Коли за експериментальними даними видно, що об'єкт має транспортне запізнення?
93. Який вигляд має розгінна характеристика астатичного об'єкту?
94. Який вигляд має розгінна крива і як визначаються коефіцієнти передатної функції двох ємнісного об'єкту керування?
95. Які бувають потоки збурень?
96. Якими збуреннями можна знехтувати в розрахунках?
97. Для чого потрібно визначати величину результуючих збурень аналітично?
98. Які основні характеристики мають збурення описані випадковими (стохастичними) функціями?
99. Дайте визначення математичному очікуванню випадкової функції.
100. Як визначається кореляційна функція для значень випадкової функції в різні моменти часу?
101. Чим відрізняються стаціонарний і нестаціонарний випадкові процеси?
102. Коли стаціонарна випадкова функція ергодична?
103. З чого складається тепловий баланс в приміщенні пташника?
104. Особливості моделювання динаміки зміни тепла на біологічному об'єкті?
105. Що є постійною часу регулювання ферми по каналу температури?
106. Яку інформацію отримуємо з розгінної кривої температури повітря у пташнику?
107. Як виконується обігрівання повітря у пташниках?
108. Який вплив каналу керування вологовмістом на канал температури повітря в приміщенні пташника?
109. Як рахується баланс вологи в приміщенні пташника?
110. Чому постійна часу по каналу вологовмісту повітря менша за постійну часу температури повітря?
111. Чому потрібна вентиляція приміщення пташника?
112. Основні фактори збурення по каналах температури і вологовмісту повітря?
113. Описати тепловий баланс тварини або птаха. Чим відрізняється явне тепловиділення тварини від прихованого?
114. Як описується конвекційний і променистий тепловий потік від тварин?
115. Які мають бути оптимальні теплові умови утримання тварин?
116. Якими способами виконується перемішування рідини ?
117. Які параметри змішувача є керованими?
118. Які параметри змішувача можна назвати параметрами керування?
119. Які балансові рівняння змішувача можна скласти в статичному режимі роботи об'єкта ?
120. Якими є передаточні функції по каналах витрат речовин А і Б ?
121. Які питання виникають при створенні системи керування перекачуванням рідини насосом по трубопроводу ?

122. Від яких параметрів залежить потужність насосу для перекачування рідини ?
123. Чому дорівнює стала часу трубопроводу ?
124. Постановка задачі оптимізації. Які методи лінійного програмування використовуються для оптимізації раціону кормів?
125. Що повинні забезпечувати і яке призначення моделей систем керування ?
126. Як змінюється модель в залежності від мети моделювання? Показати на прикладі моделювання двигуна внутрішнього згорання.
127. Пояснити відміну моделей динамічних систем, опис яких безперервний або дискретний в часі?
128. Пояснити відміну моделей динамічних систем, опис яких оснований на послідовності подій або які мають невизначеності?
129. Як впливає вид виробництва або користувач моделі на вибір масштабу часу в динамічних моделях?
130. Пояснити особливості моделювання динамічних систем з використанням аналітичних і статистичних методів.
131. Чим відрізняється моделювання систем, оснований на послідовності дискретних подій, від моделювання динамічних систем?
132. Як описуються системи керування за допомогою диференціальних рівнянь? Коли ці рівняння бувають нелінійними, і коли нестационарними?
133. Що таке принцип суперпозиції для САК, описуваних лінійним рівнянням?
134. Чим відрізняються перехідні функції при ступінчастому і імпульсному збуренні вхідної величини?
135. Що лежить в основі методу операційного обчислення, в основі перетворення Лапласа? Які властивості мають ці перетворення?
136. Поясніть як виконується операційний метод опису передатної функції. Як записується передатна функція при відомих коренях поліному?
137. Які є і що описують частотні характеристики передатних функцій?
138. Чим відрізняються амплітудо-частотні і фазочастотні характеристики передатних функцій?
139. Як представляється і описується амплітудо-фазочастотна характеристика (в показовій, алгебраїчній і тригонометричній формі)?
140. Для чого і як будуються частотні характеристики в логарифмічних координатах?

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ННІ Енергетики, автоматики і енергозбереження

Напрямок підготовки (спеціальність) Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Форма навчання денна

Семестр 1 Курс 1

ОКР «Магістр»

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

Дисципліна Особливості комп'ютерного моделювання систем автоматизації біотехнічних об'єктів

Викладач (Заєць Н.А., Мірошник В.О.)

«Затверджую»

Завідувач кафедри (Лисенко В.П.)

« 19 » черня 2020 р.

Варіант № 1

Теоретичні питання:

- Математична постановка задачі ідентифікації. В чому полягає структурна та параметрична ідентифікація об'єкта керування?
- Методи синтезу регуляторів в класі багатовимірних стаціонарних систем

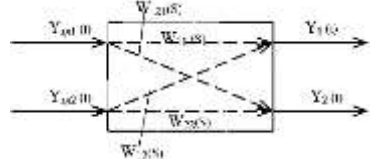
Тестові питання:

	1. Якщо система зберігає свої властивості при певних параметричних збуреннях, її називають:
1.	адаптивною
2.	стаціонарною
3.	робастною
4.	нестабілізаційною

	2. Яка з передаточних функцій є передаточною функцією ПІ-регулятора?
1.	$W_{pez}(p) = \frac{k_{pez}(1 + T_i p)}{T_i p + 1}$
2.	$W_{pez}(p) = \frac{k_{pez}(1 + T_i)}{T_i p}$
3.	$W_{pez}(p) = \frac{k_{pez}(1 + T_i p)}{T_i p}$
4.	$W_{pez}(p) = \frac{k_{pez}(1 + T_i p)}{T_i}$

	3. До погано визначених об'єктів відносяться :
1.	об'єкти з невідомою математичною моделлю і неповністю відомими складовими вектора збурень;
2.	об'єкти з відомою математичною моделлю і неповністю відомими складовими вектора збурень;
3.	об'єкти з невідомою математичною моделлю і повністю відомими складовими вектора збурень;
4.	об'єкти з відомою математичною моделлю і повністю відомими складовими вектора збурень;

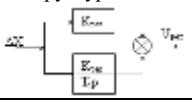
	4. Яка з передаточних функцій є передаточною функцією ПІ-регулятора?
1.	$W_{pez}(p) = \frac{k_{pez}}{T_i p + 1}$
2.	$W_{pez}(p) = \frac{k_{pez}}{T_i p}$
3.	$W_{pez}(p) = k_{pez} p$
4.	$W_{pez}(p) = k_{pez}$

	5. Структура якої системи зображена на малюнку?
	
	одновимірної
	двовимірної
	тривимірної
	чотирьохвимірної

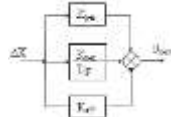
	6. На малюнку зображено:
	
1.	динамічні характеристики нестационарного об'єкта;
2.	статичні характеристики стаціонарного об'єкта;
3.	динамічні характеристики нестационарного об'єкта;
4.	статичні характеристики нестационарного об'єкта;

	7. Система автоматичного регулювання це-
	(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь)

	8. Автоматичний регулятор це-
	(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь)

	9. Структурна схема якого регулятора зображена на малюнку?
	
	(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь)

10. Структурна схема якого регулятора зображена на малюнку?



(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь)

	10. Структурна схема якого регулятора зображена на малюнку?
	(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь)

8. Методи навчання.

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

9. Форми контролю.

Оцінювання якості знань студентів, в умовах організації навчального процесу за кредитно-модульною системою здійснюється шляхом поточного, модульного, підсумкового (семестрового) контролю за 100-бальною шкалою оцінювання, за шкалою ECTS та національною шкалою оцінювання.

10. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання студента відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 20.02.2015 р. протокол № 6 з табл. 1.

Оцінка національна	Оцінка ЄКТС	Визначення оцінки ЄКТС	Рейтинг студента, бали
Відмінно	A	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90 – 100
Добре	B	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	82 – 89
	C	ДОБРЕ – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74 – 81
Задовільно	D	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	64 – 73
	E	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні критерії	60 – 63
Незадовільно	FX	НЕЗАДОВІЛЬНО – потрібно працювати перед тим, як отримати залік (позитивну оцінку)	35 – 59
	F	НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота	01 – 34

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

11. Методичне забезпечення

1. Підручники та посібники, зазначені у списку літератури.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
3. Нормативні документи.

4. Таблиці, схеми і плакати, виготовлені на кафедрі, а також типографічним способом.
5. Інтернет-ресурси.

12. Рекомендована література

– основна

1. Остапенко Ю.О. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування. Підручник для студентів Вузів освіти, що навчаються за напрямом "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.- К.:1999.- 424 с.
2. Остапчук Н.В. Основы математического моделирования процессов пищевых производств. - К.: Вища школа, 1991. - 367с.
3. Советов Е. Я. Моделирование систем. Учебн. для вузов.-М: Высшая школа, 1985.-271 с.
4. Балакирев Б.С., Дудников Е.Г., Цирлин А.М. Экспериментальное определение динамических характеристик промышленных объектов управления.- М: Энергия, 1967. -232с.
5. Дейч А.М. Методы идентификации динамических объектов.-М.: Энергия, 1979.- 240с.
6. Молчанов А.А. Моделирование и проектирование сложных систем.-К.: Вища школа, 1988.- 359 с.
7. Ермаков СВ., Калашников В. В. Курс статистического моделирования. - М.: Высшая школа, 1976. - 226 с.
8. Древе Ю.Г., Золотарев В. В. Имитационное моделирование и его применение при проектировании автоматических систем управления.-М.: Химия, 1981.- 146 с.
9. Гроп П. Методы идентификации систем. - М.: Мир, 1979.- 302 с.
10. Сейдж Э.П., Мелса Д.Л. Идентификация систем управления. - М.: Наука, 1974.- 246 с.
11. Растрингин Л.А., Маджаров Н.Е. Введение в идентификацию объектов управления.- М.: Энергия. 1977. - 216 с.
12. Перельман М.И. Оперативная идентификация объектов управления,- М.: Энергоиздат, 1982.- 272 с.
13. Севастьянов П.В., Туманов Н.В. Многокритериальная идентификация и оптимизация технологических процессов.-Минск: Наука і техніка, 1990.-224 с.

– допоміжна:

1. Александров А.Г., Артемьев В.М. и др. Справочник по теории автоматического управления. -М. Наука. 1987, 712 с.
2. Мартиненко І.І. та ін. "Автоматизація технологічних процесів с.г. виробництва".- К.: Урожай, 1995.- 224 с.
3. Железнов И.Г. Сложные технические системы (оценка характеристик). Учебн. пособие для техн. вузов.- М.: Высшая школа, 1984.- 119 с.
4. Автоматизированные системы управления технологическими процессами/ Под ред. Салыги В.И.- Харьков: Вища школа, 1976.- 180 с.

5. Райбман Н.С., Чинаев В.М. Построение моделей процессов производства.- М.: Энергия, 1975.- 375 с.
6. Снакелеев Ю.М., Старосельский В. А. Моделирование и управление в сложных системах.- М.: Машиностроение. 1974.- 273
7. Бондарь А.Г., Статюха Г.А., Потяженко М.А. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии (алгоритмы и примеры). Учебное пособие.- К.: Вища школа, 1980.- 264 с.
8. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии: Учебник для вузов. 4-е изд., перер.. доп.- М.: Химия, 1985.- 488 с.
9. Скурихин Е.М. и др. Математическое моделирование.- К.: Техника, 1983.-270 с.
10. Букетов А.В. Ідентифікація і моделювання технологічних об'єктів і систем. – Тернопіль: СМП «Тайп».- 2009. – 260 с.
11. Рожков П.П., Краснобаев В.А., Фурман І.О. та ін.. Ідентифікація та моделювання технологічних процесів. – Харків: Факт, 2007. – 240 с.
12. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: Издательство Юрайт, 2012. – 343 с.

13. Інформаційні ресурси

1. <https://wikipedia.org>
2. <http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme5.htm>
3. http://om.univ.kiev.ua/users_upload/15/upload/file/pr_lecture_10.pdf
4. <https://www.youtube.com/watch?v=Kdx268WczxI>