

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**КАФЕДРА
АВТОМАТИКИ ТА РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ім. акад. І. І. Мартиненка**

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ
КОМПЛЕКС**

з дисципліни

«АВТОМАТИЗАЦІЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»
(назва навчальної дисципліни)

спеціальність **162 «Біотехнології та біоінженерія»**
(шіфр і назва напрямку підготовки)

Київ * 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Кафедра ААТОМАТИКИ ТА РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ім. акад. І.І. Мартиненка**

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ ЕАЕ

Каплун В.В.

“ _____ ” _____ 2024__ р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри Автоматики та
робототехнічних систем

ім. акад. І.І. Мартиненка

Протокол №37 від “21” травня 2024 р.

Завідувач кафедри

Лисенко В.П.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

АВТОМАТИЗАЦІЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»

освітня програма _____

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробник: _____ доцент, ктн, доцент Цигульов І.Т

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u37/robocha_programa_atp_nikiforova.pdf

Київ – 2024

1. Опис навчальної дисципліни

АВТОМАТИЗАЦІЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

(назва)

| Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь | | |
|--|-------------------------------------|-----------------------|
| Освітній ступінь | Бакалавр | |
| Галузь знань | 16 «Хімічна та біоінженерія» | |
| Спеціальність | 162 «Біотехнології та біоінженерія» | |
| Освітня програма | Біотехнології та біоінженерія | |
| Характеристика навчальної дисципліни | | |
| Вид | Обов'язкова | |
| Загальна кількість годин | 120 | |
| Кількість кредитів ECTS | 4 | |
| Кількість змістових модулів | 2 | |
| Курсовий проект (робота) (за наявності) | – | |
| Форма контролю | <i>Екзамен</i> | |
| Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання | | |
| | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Курс (рік підготовки) | | |
| Лекційні заняття | 30 год. | год. |
| Практичні заняття | 30 год. | год. |
| Самостійна робота: | 60 год. | год. |
| Індивідуальні завдання | год. | год. |
| Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання: | 4 год. | |

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Предмет навчальної дисципліни

Предметом дисципліни «Автоматизація біотехнологічних виробництв» є система загальних принципів і підходів наукового пізнання, методи, технології пізнання, що пов'язані з науковою та практичною професійною діяльністю в сфері автоматики, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехнічних систем.

Мета навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни при підготовці біотехнологів полягає в засвоєнні студентами теорії і практики в застосуванні методики комплексної автоматизації процесів біотехнології із застосуванням нових технологій та пошуку найкращого варіанту виконання робіт.

Основні завдання

Основними завданнями дисципліни “ Автоматизація біотехнологічних виробництв ” є: вивчення теорії та методологічних засад наукових досліджень; формування у студентів практичних навичок і вмінь щодо дослідницького процесу; формування професійних здібностей, спрямованих на вирішення наукових проблем.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК):

здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК02. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування)

ЗК03. Здатність спілкуватися іноземною мовою

ЗК04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

ЗК05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ЗК06. Навички здійснення безпечної діяльності

ЗК07. Прагнення до збереження навколишнього середовища

ЗК08. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні;

ЗК09. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

ФК01. Здатність використовувати знання з математики та фізики в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми

ФК02. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми

ФК03. Здатність здійснювати аналіз нормативної документації, необхідної для забезпечення інженерної діяльності в галузі біотехнології

ФК04. Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти)

ФК05. Здатність здійснювати експериментальні дослідження з вдосконалення біологічних агентів, у тому числі викликати зміни у структурі спадкового апарату та функціональній активності біологічних агентів

ФК06. Здатність проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва

ФК07. Розуміння комерційного та економічного контексту для проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення (промислового, харчового, фармацевтичного, сільськогосподарського тощо).

ФК08. Розуміння методологій проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення і здатність їх використовувати

ФК09. Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для реалізації та контролю виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

ФК10. Здатність складати технологічні схеми виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

ФК11. Здатність складати апаратурні схеми виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

ФК12. Здатність застосовувати на практиці методи та засоби автоматизованого проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

ФК13. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу.

ФК14. Демонструвати обізнаність принципів побудови сучасних автоматизованих систем управління виробництвом біотехнологічних продуктів різного призначення, їх технічне, алгоритмічне, інформаційне і програмне забезпечення.

ФК15. Здатні ість дотримуватися вимог біобезпеки, біозахисту та біоетики.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН01. Вміти застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів. Використовувати знання фізики для аналізу біотехнологічних процесів.

ПРН02. Вміти здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного, органічного та біологічного походження, використовуючи відповідні методи.

ПРН03. Вміти розраховувати склад поживних середовищ, визначати особливості їх приготування та стерилізації, здійснювати контроль якості сировини та готової продукції на основі знань про фізико-хімічні властивості органічних та неорганічних речовин.

ПРН04. Вміти застосовувати положення нормативних документів, що регламентують порядок проведення сертифікації продукції, атестації виробництва, вимоги до організації систем управління якістю на підприємствах, правила оформлення технічної документації та ведення технологічного процесу, базуючись на знаннях, одержаних під час практичної підготовки.

ПРН05. Вміти аналізувати нормативні документи (державні та галузеві стандарти, технічні умови, настанови тощо), складати окремі розділи технологічної та аналітичної документації на біотехнологічні продукти різного призначення; аналізувати технологічні ситуації, обирати раціональні технологічні рішення.

ПРН06. Вміти визначати та аналізувати основні фізико-хімічні властивості органічних сполук, що входять до складу біологічних агентів (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди).

ПРН07. Вміти застосовувати знання складу та структури клітин різних біологічних агентів для визначення оптимальних умов культивування та потенціалу використання досліджуваних клітин у біотехнології.

ПРН08. Вміти виділяти з природних субстратів та ідентифікувати мікроорганізми різних систематичних груп. Визначати морфолого-культуральні та фізіолого-біохімічні властивості різних біологічних агентів.

ПРН09. Вміти складати базові поживні середовища для вирощування різних біологічних агентів. Оцінювати особливості росту біологічних агентів на середовищах різного складу.

ПРН10. Вміти проводити експериментальні дослідження з метою визначення впливу фізико-хімічних та біологічних факторів зовнішнього середовища на життєдіяльність клітин живих організмів.

ПРН11. Вміти здійснювати базові генетичні та цитологічні дослідження з вдосконалення і підвищення біосинтетичної здатності біологічних агентів з урахуванням принципів біобезпеки, біозахисту та біоетики (індукований мутагенез з використанням фізичних і хімічних мутагенних факторів, відбір та накопичення ауксотрофних мутантів, перенесення генетичної інформації тощо).

ПРН12. Використовуючи мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізикохімічні та біохімічні методи, вміти здійснювати хімічний контроль (визначення

концентрації розчинів дезінфікувальних засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту у культуральній рідині упродовж процесу; концентрації цільового продукту); мікробіологічний контроль (визначення мікробіологічної чистоти поживних середовищ після стерилізації, мікробіологічної чистоти біологічного агента тощо), мікробіологічної чистоти та стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення.

ПРН13. Вміти здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення (визначення потреби у цільовому продукті і розрахунок потужності виробництва).

ПРН14. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу.

ПРН15. Базуючись на знаннях про закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості, вміти обирати відповідне устаткування у процесі проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення для забезпечення їх максимальної ефективності.

ПРН16. Базуючись на знаннях, одержаних під час практики на підприємствах та установах, вміти здійснювати продуктивний розрахунок і розрахунок технологічного обладнання.

ПРН17. Вміти складати матеріальний баланс на один цикл виробничого процесу, специфікацію обладнання та карту постадійного контролю з наведенням контрольних точок виробництва.

ПРН18. Вміти здійснювати обґрунтування та вибір відповідного технологічного обладнання і графічно зображувати технологічний процес відповідно до вимог нормативних документів з використанням знань, одержаних під час практичної підготовки.

ПРН19. Вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв.

ПРН20. Вміти розраховувати основні критерії оцінки ефективності біотехнологічного процесу (параметри росту біологічних агентів, швидкість синтезу цільового продукту, синтезувальна здатність біологічних агентів, економічний коефіцієнт, вихід цільового продукту від субстрату, продуктивність, вартість поживного середовища тощо).

ПРН21. Вміти формулювати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

ПРН22. Вміти враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень. Вміти використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ПРН23. Вміти використовувати у виробничій і соціальній діяльності фундаментальні поняття і категорії державотворення для обґрунтування власних світоглядних позицій та політичних переконань з урахуванням процесів соціально-політичної історії України, правових засад та етичних норм.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

3.1. Програма навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

Змістовний модуль 1. Основні положення автоматики

Тема 1. Загальна характеристика і класифікація систем автоматичного керування

Основні поняття та визначення. Сигнали систем автоматичного керування. Функціональні елементи систем автоматичного керування. Структури автоматичних систем керування. Принципи автоматичного керування. Задачі автоматичного керування. Класифікація та коротка характеристика автоматичних систем.

Тема 2. Функціональний аналіз автоматизованих систем управління

Схеми автоматизації. Функціональні технологічні схеми автоматизації технологічних процесів. Призначення функціональних схем, методика і загальні принципи їх виконання. Зображення технологічного і комунікацій. Зображення засобів автоматизації на функціональних схемах. Функціональні структурні схеми автоматизації. Принципові схеми автоматизації. Принципові електричні схеми. Схеми з'єднань зовнішніх проводок. Схеми підключень зовнішніх проводок.

Тема 3. Математичний опис систем автоматичного керування

Способи опису функціональних елементів та систем автоматичного керування. Математичний опис елементів та систем автоматичного керування. Типові, або стандартні вхідні сигнали. Часові характеристики елементів та систем автоматичного керування. Частотні характеристики елементів та систем автоматичного керування.

Тема 4. Вимірювальні перетворювачі автоматизованих систем управління

Основні поняття про вимірювання і контроль параметрів технологічних процесів. Технічні засоби вимірювальної техніки Похибки засобів вимірювань. Принципи побудови вимірювальних перетворювачів. Вимоги, що ставляться до вимірювальних перетворювачів. Фізичні основи побудови первинних вимірювальних перетворювачів. Основні метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки. Класифікація вимірювальних перетворювачів. Уніфікація і стандартизація вимірювальних перетворювачів. Вимірювальні перетворювачі основних параметрів: теплоенергетичних параметрів; електроенергетичних параметрів; механічних параметрів; параметрів, що характеризують хімічний склад; параметрів, що характеризують фізичні властивості.

Тема 5. Виконавчі механізми та регулюючі елементи автоматизованих систем управління

Електродвигунові та електромагнітні виконавчі механізми. Гідравлічні та пневматичні виконавчі механізми. Регулюючі елементи: електричні і неелектричні.

Тема 6. Автоматичні регулятори автоматизованих систем управління

Загальні зведення. Автоматичні регулятори з лінійними законами регулювання. Пропорційний (П) регулятор. Інтегральний (І) регулятор. Пропорційно-інтегральний (ПІ) регулятор. Пропорційно-диференціальний (ПД) регулятор. Пропорційно-інтегрально-диференціальний (ПІД) регулятор.

Змістовний модуль 2. Автоматизація біотехнологічних виробництв

Тема 7. Автоматичне управління технологічними параметрами теплиці

Призначення і види захищеного ґрунту. Характеристика споруд захищеного ґрунту. Способи обігріву захищеного ґрунту. Автоматизація технологічних процесів в тепличних спорудах.

Автоматичне управління температурою повітря і ґрунту. Автоматичне управління температурним режимом в блочних теплицях. Автоматичне управління мікрокліматом в ангарних теплицях. Автоматичне управління температурою ґрунту і теплозахисним екраном. Автоматичне управління вологістю повітря і ґрунту, температурою поливної води. Автоматичне управління концентрацією розчинів мінеральних добрив. Автоматичне управління вмістом двоокису вуглицю і додатковим освітленням рослин.

Тема 8. Автоматизація технологічних процесів у тваринництві та у птахівництві

Загальні положення. Автоматизація годування, напування птахів, прибирання посліду і збирання яєць. Автоматизація інкубаційного процесу. Автоматизація процесу забою птахів.

Загальні положення. Автоматизація процесу годування тварин: мобільні і стаціонарні роздавачі, підготовка і роздавання кормів свиням. Автоматизація напування тварин, дозування корму і обліку продукції.

Тема 9. Автоматизація технологічних процесів в тваринництві. Дойння, обробка молока та прибирання гною

Автоматизація машинного доїння корів. Автоматизація первинної обробки молока. Автоматизація установок для пастеризації. Автоматизація водоохолоджувальних установок. Автоматизація установки для охолодження молока. Автоматизація систем прибирання і видалення гною.

Тема №10. Автоматизація овоче- і фруктосховищ сільськогосподарської продукції

Загальні питання зберігання. Характеристика овочесховища як об'єкта управління мікрокліматом. Автоматизація системи управління мікрокліматом в овочесховищах. Автоматизація фруктосховища.

Тема №11. Автоматизація водрпостачання і зрошування

Постачання води сільськогосподарським спрживачам. Автоматизація водонасосних установок для ферм і населених пунктів. Станції управління насосними агрегатами. Автоматизація краплинним зрошуванням. Автоматизація пепрекачування стічних вод.

Тема 12. Автоматизація технологічного процесу виробництва біогазу

Альтернативні джерела енергії. Біогазові системи та їх використання у сільгоспвиробництві. Структура біогазової установки. Аналіз існуючих технологій і систем отримання та використання біогазу. Біогазова станція як об'єкт керування. Системи підготовки субстрату до ферментації (зброджування). Системи завантаження субстрату в метантенк. Типи метантенків. Класифікація перемішувачів пристроїв метантенків. Класифікація газгольдерів. Способи очищення біогазу від домішок. Класифікація когенераційних установок за типом двигуна.

3.2. Структура навчальної дисципліни

Таблиці 1.1

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | |
|---|-----------------|---|---|------|---------|
| | усього | л | п | лаб. | с. р.с. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Змістовний модуль 1. Основні положення автоматики</i> | | | | | |
| Тема 1. Загальна характеристика і класифікація систем автоматичного керування | 9 | 2 | 2 | - | 5 |
| Тема 2. Функціональний аналіз автоматизованих систем управління | 9 | 2 | 2 | - | 5 |
| Тема 3. Математичний опис систем автоматичного керування | 13 | 4 | - | 4 | 5 |
| Тема 4. Вимірювальні перетворювачі автоматизованих систем управління | 13 | 4 | - | 4 | 5 |
| Тема 5. Виконавчі механізми та регулюючі елементи автоматизованих систем управління | 11 | 2 | - | 4 | 5 |

| | | | | | |
|--|-----|----|----|----|----|
| Тема 6. Автоматичні регулятори автоматизованих систем управління | 9 | 2 | - | 2 | 5 |
| <i>Всього за ЗМ № 1</i> | 64 | 16 | 4 | 14 | 30 |
| Змістовний модуль 2. Автоматизація біотехнологічних виробництв | | | | | |
| Тема 7. Автоматичне управління технологічними параметрами теплиці | 9 | 2 | 2 | - | 5 |
| Тема 8. Автоматизація технологічних процесів у тваринництві та у птахівництві | 9 | 2 | 2 | - | 5 |
| Тема 9. Автоматизація технологічних процесів в тваринництві. Доїння, обробка молока та прибирання гною | 9 | 2 | 2 | - | 5 |
| Тема №10. Автоматизація овоче- і фруктосховищ сільськогосподарської продукції | 9 | 2 | 2 | - | 5 |
| Тема №11. Автоматизація водрпостачання і зрошування | 9 | 2 | 2 | - | 5 |
| Тема 12. Автоматизація технологічного процесу виробництва біогазу | 11 | 4 | 2 | - | 5 |
| <i>Всього за ЗМ № 2</i> | 56 | 14 | 12 | - | 30 |
| Усього годин | 120 | 30 | 16 | 14 | 60 |

3.3. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1 | Функціональний аналіз систем автоматичного керування агропромислового комплексу (Пр. 3 № 1) | 2 |
| 2 | Архітектура автоматизованих систем управління технологічними процесами (Пр. 3 № 2) | 2 |
| 3 | Складання диференціальних рівнянь і визначення передатних функцій технічних засобів автоматизації (Пр. 3 № 3) | 2 |
| 4 | Визначення та побудова часових характеристик технічних засобів автоматизації (Пр. 3 № 4) | 2 |
| 5 | Вимірювальні перетворювачі автоматизованих систем управління (Пр. 3 № 5) | 2 |
| 6 | Вимірювальні перетворювачі температури (Пр. 3 № 6) | 2 |
| 7 | Вимірювальні перетворювачі тиску і перепаду тиску (Пр. 3 № 7) | |
| 8 | Модульний контроль 1 | 2 |
| 9 | Автоматизація біотехнологічних виробництв в спорудах закритого ґрунту (Пр. 3 № 8) | 2 |

| | | |
|----|---|---|
| 10 | Автоматизація технологічних процесів у птахівництві (Пр. 3 № 9) | 2 |
| 11 | Автоматизація технологічних процесів в тваринництві. Доїння, обробка молока та прибирання гною (Пр. 3 № 10) | 2 |
| 12 | Автоматизація овоче- та фруктосховищ сільськогосподарської продукції (Пр. 3 № 11) | 2 |
| 13 | Автоматизація водопостачання і зрошування (Пр. 3 № 12) | 2 |
| 14 | Автоматизація технологічного процесу виробництва біогазу (Пр. 3 № 13) | 2 |
| 7 | Модульний контроль 2 | 2 |

3.4. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1 | Фунуціональний аналіз систем сільськогосподарської автоматики | 2 |
| 2 | Вибір електродвигунових виконавчих механізмів | 2 |
| 3 | Розрахунок і вибір електродвигунових виконавчих механізмів | 2 |
| 4 | Розрахунок і вибір електромагнітних виконавчих механізмів | 4 |
| 5 | Розрахунок і вибір гідравлічних виконавчих механізмів | 2 |
| 6 | Розрахунок і вибір регулюючих органів | 2 |

Тема 1 Загальні поняття про автоматизацію технологічних процесів – 4 год. Історичні відомості, виробничі функції, класифікація автоматичних робочих машин

Тема 2 Характеристика об'єктів автоматизації сільськогосподарського виробництва -4 год. Ідентифікація технологічного об'єкта,

Тема 3 Технологічні об'єкти в статичному і динамічному режимах роботи - 4 год. Оптимізація параметрів об'єктів і технічних систем

Тема 4 Схеми автоматизації технологічних процесів - 4 год. Математичне моделювання типових технологічних об'єктів/

Тема 5. Вимірювальні пристрої – 4 год. Інтегровані системи керування технологічним процесом та виробництвом

Тема 6. Автоматичні регулятори -4 год. Визначення принципу і закону регулювання

Тема 7. Виконавчі механізми і регулюючі органи -4 год. Конструктивні особливості та типи виконавчих механізмів та регулюючих органів, що випускаються вітчизніними та закордонними виробниками

Тема 8. Методи синтезу автоматичних систем управління – 10 год. Стабілізація неперервних технологічних процесів, реалізація регуляторів в мікропроцесорних системах автоматизації.

Тема 9. Автоматизація технологічних процесів в спорудах захищеного ґрунту - 4 год Оптимізація неперервних технологічних процесів.

Тема 10. Автоматичне управління технологічними параметрами теплиць - 4 год. Автоматизація періодичних технологічних процесів

Тема 11. Автоматизація технологічних процесів у птахівництві – 4 год Оптимізація періодичних технологічних процесів.

Тема 12. Автоматизація технологічних процесів в тваринництві – 4 год Надійність і безпека автоматизованих систем.

Тема 13. Автоматизація технологічних процесів доїння, обробки молока та прибирання гною - 4 год Контролери систем управління.

Тема 14. Автоматизація овоче і фруктосховищ сільськогоспо-дарської продукції – 4 год Програмне забезпечення АСУ

Тема 15. Автоматизація установок мікроклімату в тваринницьких та птахівничих приміщеннях – 10 год. Поняття та функції scada- системи

Тема 16. Автоматизація водопостачання і зрошування – 2 год. Оптиміальне управління типовими технологічними процесами

4. Графік навчання

| Тижні | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| Лекції | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Лаб. З | - | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | Е |
| Пр. З | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 2 | 2 | 2 | |

Е – екзамен

З - залік

5. Зразки контрольних питань, тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

5.1. Контрольні питання

1. Назвіть основні види автоматизації та дайте їх пояснення.
2. Поясніть класифікацію автоматичних систем управління.
3. Що таке замкнені і розімкнені системи. Наведіть приклади.
4. Рівні управління технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.
5. Наведіть структурну схему мікропроцесорної системи управління.
6. Поясніть режими роботи мікропроцесорів в системах управління технологічними процесами.
7. Назвіть особливості технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.
8. Назвіть види дій на об'єкти управління.

9. Наведіть структурну схему управління ТП.
10. Наведіть класи задач при управлінні ТП.
11. Назвіть особливості сільськогосподарського виробництва.
12. Етапи створення систем автоматизації технологічних процесів.
13. Назвіть типові технічні рішення при автоматизації технологічних процесів.
14. Дайте основні поняття математичного моделювання.
15. Поясніть методи створення математичних моделей.
16. Алгоритм побудови математичної моделі аналітичним методом.
17. Поясніть в чому полягають експериментальні методи побудови математичної моделі.
18. Яким чином визначаються статичні характеристики об'єкту управління.
19. Яким чином визначаються динамічні характеристики об'єкту управління.
20. Поясніть необхідність застосування математичного моделювання при проектуванні систем автоматики.
21. Поясніть принцип лінеаризації рівнянь статички і динаміки елементів (систем) автоматичного управління.
22. Викладіть принцип визначення динамічних характеристик об'єкту управління.
23. Покажіть необхідність і порядок визначення передавальної функції об'єкту управління.
24. Назвіть види схем автоматизації та дайте їх коротку характеристику
25. Алгоритм побудови функціональної схеми автоматизації, наведіть приклад.
26. Основні принципи створення принципових електричних схем, наведіть приклад.
27. Державна система промислових приладів та засобів автоматизації.
28. Як класифікуються вимірювальні прилади, наведіть їх функціональні схеми.
29. Статична і динамічна характеристика датчиків.
30. Поясніть що таке похибка і чутливість датчика.
31. Прилади для вимірювання температури, тиску і розрідження, дайте пояснення принципу їх роботи.
32. Прилади для вимірювання рівня рідини, рідини або газу, дайте пояснення принципу їх роботи.
33. Прилади для вимірювання переміщення, частоти обертання, дайте пояснення принципу їх роботи.

34. Чим відрізняються параметричні електричні датчики від генеруючих ?
35. Назвіть види регуляторів.
36. Назвіть характеристики автоматичних регуляторів, наведіть їх структурні схеми.
37. Яку функцію виконує автоматичний регулятор?
38. Перерахуйте основні види автоматичних регуляторів.
39. Який має бути зворотній зв'язок в П-регуляторах?
40. На яких об'єктах краще працюють І-регулятори?
41. Що дає ІІ-регулятор з обхватом ВМ кола від'ємного зворотного зв'язку?
42. Коли ІІ-регулятор перетворюється на П-регулятор?
43. Чим відрізняється трипозиційний регулятор від двопозиційного?
44. Наведіть класифікацію виконавчих механізмів і поясніть принцип роботи.
45. Яку функцію виконує виконавчий механізм в системах автоматики?
46. Яку функцію виконує регулюючий орган в системах автоматики?
47. Як можна зменшити «вибігання» у виконавчому механізмі з трьохфазним електродвигуном?
48. Який основний недолік пневматичних і гідравлічних ВМ ?
49. Що таке соленоїд?
50. Як визначається робоча витратна характеристика РО?
51. Від чого залежить діапазон регулювання РО?
52. Яка основна характеристика РО дросельного типу?
53. Чим відрізняються стрічкові живильники об'ємного типу від швидкохідного?
54. Якими показниками оцінюють властивість об'єкту і якість управління?
55. Назвіть критерії якості регулювання.
56. Поясніть методи синтезу одноконтурних і багатоконтурних автоматичних СР.
57. Як складають структурні схеми автоматичних об'єктів із запізненням і нестационарних об'єктів СР?
58. Як здійснюється синтез систем позиційного регулювання?
59. Розкажіть про цифрові СР.
60. Які системи використовують для управління при неповній початковій інформації?
61. Назвіть види захищеного ґрунту.
62. Які показники характеризують захищений ґрунт?
63. Які способи використовують для обігріву захищеного ґрунту?

64. Які технологічні процеси механізують і автоматизують в тепличних господарствах?
65. Як відбувається автоматичне управління температурою повітря в теплиці?
66. Як виконується ґрунтовий електричний підігрів в теплиці?
67. Які допустимі відхилення по регульованих параметрах в теплиці?
68. Розкажіть про автоматичне управління мікрокліматом в ангарній теплиці.
69. Як управляють температурою ґрунту?
70. Поясніть призначення і спосіб управління теплозахисним екраном теплиці.
71. Як автоматично управляють вологістю повітря і ґрунту в теплиці?
72. Як працює система автоматичного управління температурою поливної води?
73. Як працюють автоматичні системи управління концентрацією і рН розчинів мінеральних добрив в теплицях?
74. Для чого призначені і як працюють схеми автоматичного управління підгодівлею рослин діоксидом вуглецю?
75. У чому відмінність технологій виробництва м'яса птиці і яєць?
76. Поясніть принцип дії технологічної і електричної схем управління годуванням птаха при клітковому її утриманні.
77. Як автоматизують процеси напування і прибирання посліду при клітинному утриманні птахів?
78. Як автоматизують процеси збирання і сортування яєць?
79. Розкажіть про технологію і автоматичне управління параметрами збирання і сортування яєць.
80. Що ви знаєте про автоматизовані лінії забою птахів і переробки її відходів?
81. Якими параметрами управляють при інкубації яєць?
82. Яке призначення має реле Р7 в схемі управління інкубатором «Універсал» ?
83. Які технологічні процеси в тваринництві автоматизують?
84. Як автоматизують процес годування ВРХ?
85. Поясніть принцип дії електричної схеми роздачі кормів для ВРХ.
86. Розкажіть про технологічну і електричну схему управління кормороздавачем-змішувачем КС-1.5 для годування свиней.
87. Як відбувається автоматична ідентифікація ВРХ і облік їх продуктивності?

88. Перерахуйте способи дозування корму.
89. Розкажіть про технології і автоматизацію процесів машинного доїння корів.
90. Які недоліки групових лічильників молока?
91. Як працює пневмодатчик маніпулятора МД-Ф-1?
92. Поясніть за технологічною схемою принцип управління пастеризацією молока.
93. Чому збільшення або зменшення кількості хладагенту, що надходить в охолоджувач, знижує холодильну потужність установки охолодження води?
94. Як працюють технологічна і електрична схеми управління установками для охолодження молока?
95. Що зупиняє вивантажування гною в транспортний візок ?
96. Що дає виробнику молока перероблення гною на біогаз?
97. Назвіть призначення та особливості управління мікрокліматом в овочесховищах.
98. Охарактеризуйте овочесховище як об'єкт автоматичного управління.
99. Поясніть роботу технологічної схеми автоматичного управління температурою в овочесховищі.
100. Яка послідовність роботи електричної схеми ШАУ-АВ в періоди охолодження, лікування та зберігання продукції?
101. Поясніть принцип дії блок-схеми системи «Среда».
102. Назвіть особливості автоматизації фруктосховищ.
103. Як працює електрична схема управління мікрокліматом фруктосховища?
104. Перерахуйте параметри мікроклімату на фермі, які впливають на продуктивність тварин.
105. Назвіть оптимальні значення температури, вологості і гранично допустимі значення концентрації аміаку, двоокису вуглецю і сірководню для ВРХ і птахів?
106. Які способи і засоби управління мікрокліматом використовують на фермах?
107. Як працює блок-схема станції управління МК-ВАУЗ?
108. Поясніть принцип дії припливно-витяжної системи вентиляції типу ПВУ.
109. Розкажіть про принцип дії аерогідродинамічного кондиціонування повітря.
110. Поясніть роботу технологічної і принципової схем управління тепловим генератором типу ТГ.

111. Як управляють електричною калориферною установкою типу СФОЦ?
112. Які установки використовують для місцевого обігріву тварин і птахів?
113. Для чого призначені і як працюють установки для управління освітленням пташників?
114. Які переваги дає автоматизація водопостачання?
115. Назвіть типи і опишіть принципи дії водо-насосних установок.
116. Як працюють схеми управління без баштовою і баштовою насосних станцій?
117. Поясніть роботу схем управління типу ШЕТ і «Каскад».
118. Назвіть особливості гідромеліоративних систем як об'єктів автоматизації.
119. Як здійснюється автоматизація водо розподілу води в зрошувальних системах?
120. Як відбувається автоматичне управління режимом вологості ґрунтів?
121. Вивчіть схему управління насосною станцією для меліоративних систем.
122. Розкажіть про автоматизацію перекачування стічних вод.
123. Виробництво - це:
- 1) процес створення матеріальних і суспільних благ відповідної номенклатури у необхідному об'ємі та заданої якості;
 - 2) процес споживання матеріальних і суспільних благ відповідної номенклатури у необхідному об'ємі та заданої якості;
 - 3) процес реалізації матеріальних і суспільних благ відповідної номенклатури у необхідному об'ємі та заданої якості.
124. Технологія – це:
- 1) сукупність методів та способів обробки інформації;
 - 2) сукупність методів та способів переробки, виготовлення, вимірювання стану форми та інших параметрів, а також регулювання параметрів процесів або об'єктів;
 - 3) сукупність методів вимірювання та оцінювання похибок.
125. Регуляторами автоматизуються:
- 1) неперервні процеси;
 - 2) дискретні процеси;
 - 3) дискретні та неперервні процеси.
126. Автоматичний регулятор складається із:
- 1) виконавчого механізму, елементу порівняння, ланки зворотного зв'язку;
 - 2) виконавчого механізму, регулюючого пристрою, елементу порівняння, ланки зворотного зв'язку;

3) регулюючого пристрою, елементу порівняння, ланки зворотного зв'язку.

127. За допомогою роботів автоматизуються:

- 1) неперервні процеси;
- 2) дискретні процеси;
- 3) дискретні та неперервні процеси.

128. Тензометр – це:

- 1) прилад для вимірювання деформацій, що викликаються механічним навантаженням в твердих тілах;
- 2) прилад для вимірювання деформацій, що викликаються механічним навантаженням в рідких тілах;
- 3) прилад для усунення деформацій, що викликаються механічним навантаженням в твердих тілах.

129. Як відбувається стабілізація неперервних технологічних процесів?

130. Назвіть основні принципи і критерії оптимізації неперервних технологічних процесів.

131. Назвіть основні принципи і критерії оптимізації періодичних технологічних процесів.

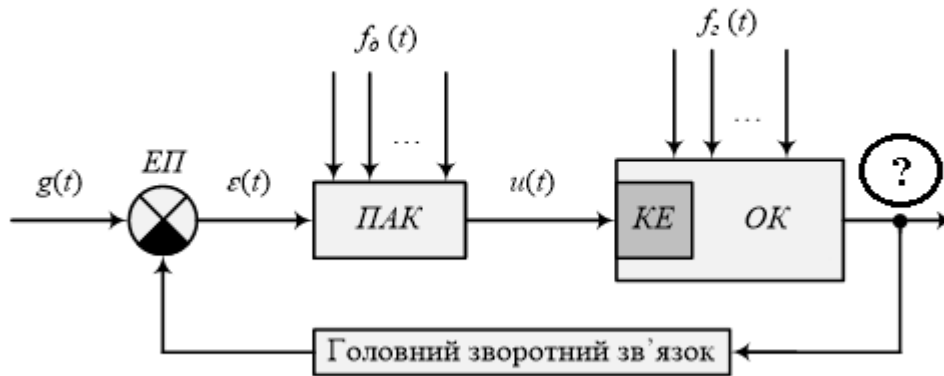
132. Реалізація регуляторів в мікропроцесорних систем автоматизації. Наведіть приклади.

133. Дайте поняття та поясніть функції scada- системи.

5.2. Тестові питання

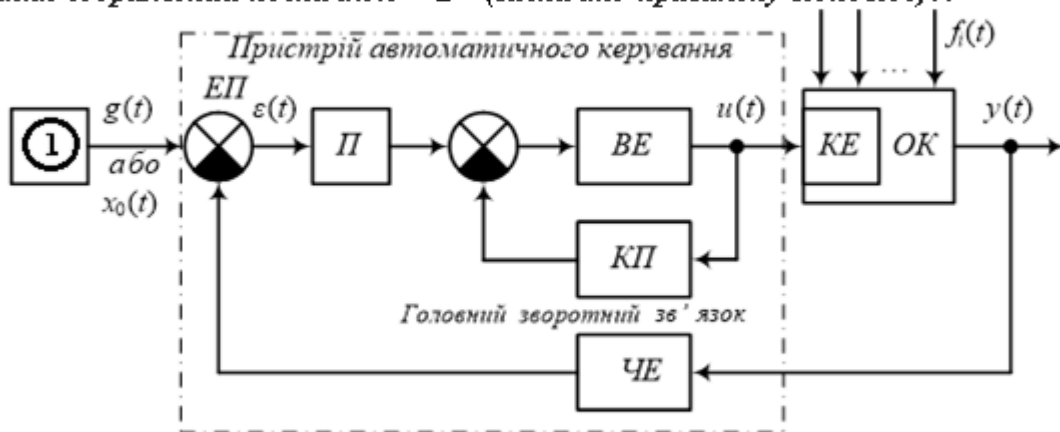
| |
|--|
| <p>1. Одержання нових штамів, нових методів селекції рослин і тварин, що розвиваються на основі біотехнології і продукти, які одержують за її допомогою відбувається в (визначте правильну відповідь):¶</p> <ol style="list-style-type: none">1. енергетиці;¶2. харчової промисловості;¶3. сільському господарстві;¶4. медицині;¶ |
| <p>2. Збільшення використання біогазу, великомасштабне виробництво етанолу та рідкого палива, що розвиваються на основі біотехнології і продукти, які одержують за її допомогою відбувається в (визначте правильну відповідь):¶</p> <ol style="list-style-type: none">1. енергетиці;¶2. харчової промисловості;¶3. сільському господарстві;¶4. медицині;¶ |

3. Який сигнал на функціональній схемі системи автоматичного керування зображений позначкою **?** (визначте правильну відповідь)?



1. задаюча дія;
2. похибка керування;
3. керуюча дія;
4. керований параметр!

4. Який функціональний елемент на функціональній схемі системи автоматичного керування зображений позначкою **1** (визначте правильну відповідь)?



1. підсилюючий пристрій, ¶
2. виконавчий механізм, ¶
3. коригувальний пристрій, ¶
4. задаючий пристрій □

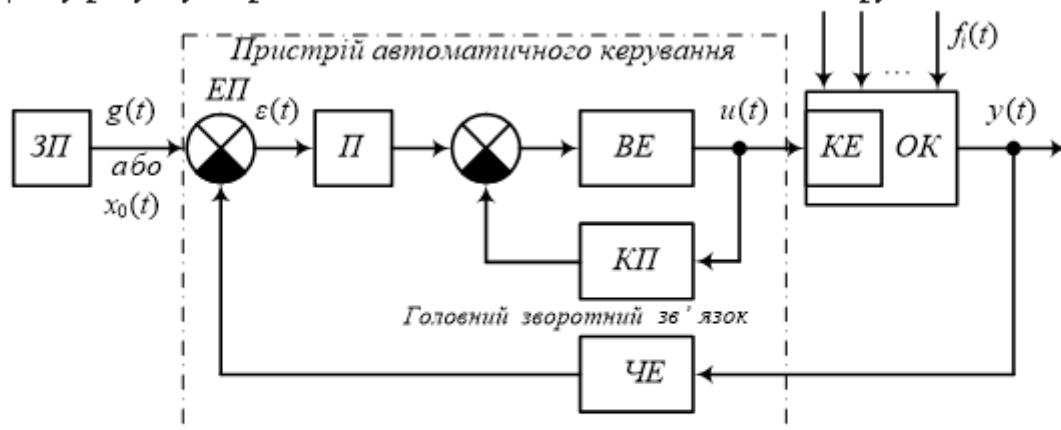
4. Якими часовими характеристиками здійснюється математичний опис систем автоматичного керування (визначте правильну відповідь):

1. статичними характеристиками,
2. рівняннями динаміки,
3. частотними характеристиками,
4. рівняннями статички

2. Збільшення використання біогазу, великомасштабне виробництво етанолу та рідкого палива, що розвиваються на основі біотехнології і продукти, які одержують за її допомогою відбувається в (визначте правильну відповідь):

1. харчової промисловості;
3. сільському господарстві;
3. медицині;
4. енергетиці;

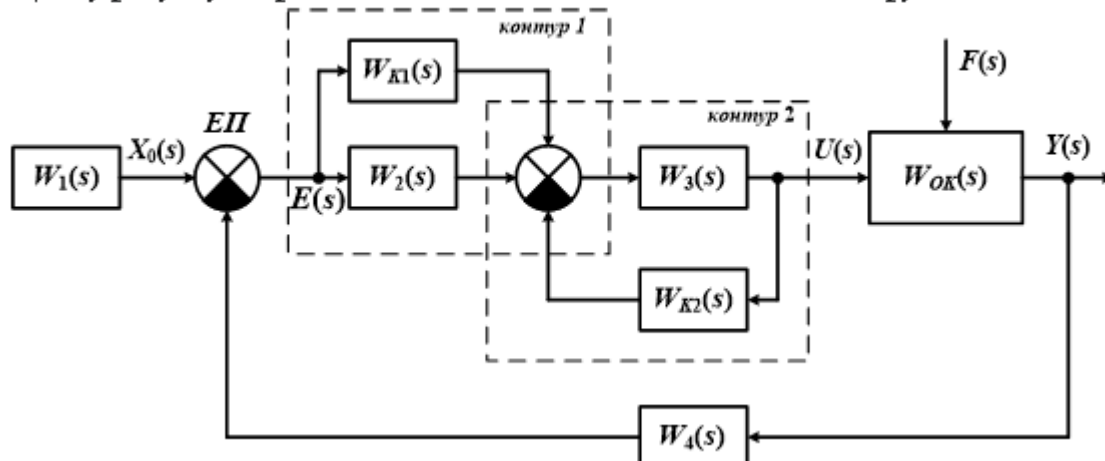
5. На цьому рисунку зображена схема системи автоматичного керування:



Як називається такий тип схем? (визначте правильну відповідь). Це:

1. функціональні технологічні схеми,
2. функціональні структурні схеми,
3. структурні алгоритмічні схеми,
4. принципові схеми

6. На цьому рисунку зображена схема системи автоматичного керування:



Як називається такий тип схем? (визначте правильну відповідь). Це:

1. функціональні технологічні схеми,
2. функціональні структурні схеми,
3. структурні алгоритмічні схеми,
4. принципові схеми

9. До первинних вимірювальних перетворювачів температури, в яких застосовано контактних метод її вимірювання належать:

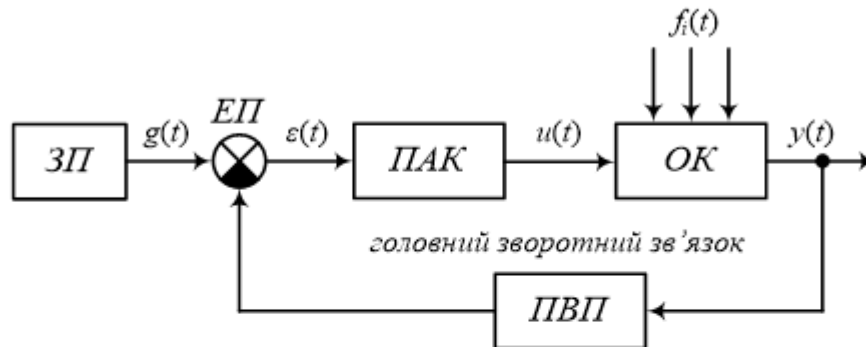
1. прометри яскравості,
2. термометри опору,
3. прометри кольорі,
4. прометри радіаційні

10. Яка похибка засобу вимірювання визначається за цією формулою:

$$\gamma = \frac{\Delta X}{X_H} \cdot 100\%$$

1. відносна похибка,
2. приведена похибка,
3. абсолютна похибка,
4. адитивна похибка

7. На цьому рисунку зображена функціональна структурна схема системи автоматичного керування, в якій реалізовано один з фундаментальних принципів автоматичного керування:



Який принцип автоматичного керування реалізовано в цій системі? (визначте правильну відповідь). Це принцип керування за:

1. збуренням,
2. задаючою дією,
3. відхиленням,
4. комбінований принцип керування

8. Якими часовими характеристиками здійснюється математичний опис систем автоматичного керування (визначте правильну відповідь):

1. статичними характеристиками,
2. рівняннями динаміки,
3. частотними характеристиками,
4. рівняннями статички

9. До первинних вимірювальних перетворювачів температури, в яких застосовано контактних метод її вимірювання належать:

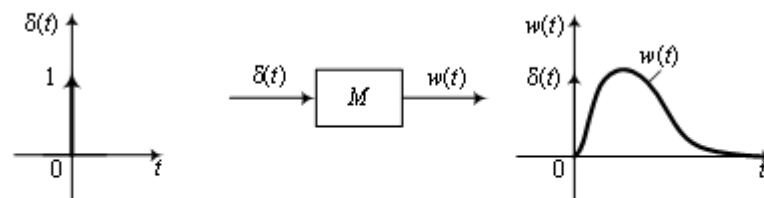
1. пірометри яскравості,
2. пірометри радіаційні,
3. пірометри кольорі,
4. термоелектродні ПВП

10. Яка похибка засобу вимірювання визначається за цією формулою:

$$\delta = \frac{\Delta X}{X} \cdot 100\%$$

1. відносна похибка,
2. приведена похибка,
3. абсолютна похибка,
4. адитивна похибка

5. Яку динамічну характеристику отримують за такою моделлю



1. логарифмічну амплітудну частотну,
2. амплітудну частотну,
3. перехідну імпульсну,
4. перехідну

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|--|---|---------------|---|--|------------|--|---|----------|---|--|------------|--|---|
| <p>1. Залежно від функцій, які виконують автоматичні пристрої, існують такі види автоматизації:</p> <p>автоматичний контроль, 25</p> <p>комплексна автоматизація -33</p> <p>автоматичний захист 25</p> <p>часткова автоматизація -33</p> <p>автоматичне керування 25</p> <p>повна автоматизація -34</p> <p>дистанційне управління 25</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>2. Вказати, якими латинськими літерами на функціональних схемах автоматизації вказуються такі величини: витрати, розмір, рівень та швидкість</p> <p>1. P, M, T, D</p> <p>2. F, G, L, S</p> <p>3. F, V, W, S</p> <p>4. F, G, K, D</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>3. Згідно з ГОСТ 2.701-84 Схеми автоматизації за типом мають свої шифри. Знайти відповідність.</p> <table border="0"> <tr> <td>Структурна</td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Функціональна</td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Принципова</td> <td></td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>З'єднань</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Підключень</td> <td></td> <td>5</td> </tr> </table> | | Структурна | | 1 | Функціональна | 2 | | Принципова | | 3 | З'єднань | 4 | | Підключень | | 5 |
| Структурна | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| Функціональна | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Принципова | | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| З'єднань | 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Підключень | | 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>4. Вказати правильний порядок. Для складання схеми електричної підключення треба скласти у визначеному порядку такі схеми:</p> <p>1. структурну</p> <p>2. функціональну</p> <p>3. електричну</p> <p>4. з'єднання</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>5. Визначити рівняння, яке описує пропорційно-інтегрально-диференціальний (ПІД) закон регулювання системи автоматичного керування</p> <p>1. $Y = kx$;</p> <p>2. $Y = k \int_0^t xdt$;</p> <p>3. $Y = k_1 \int_0^t xdt + k_2 x$;</p> <p>4. $Y = k \frac{dx}{dt}$;</p> <p>5. $Y = k_1 x + k_2 \int_0^t xdt + k_3 \frac{dx}{dt}$</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>8. На структурній схемі автоматизації в загальному вигляді (P – регулятор, ОК – об'єкт керування) визначити функціональну приналежність сигналу.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>1. регулюючий вплив</p> <p>2. керуючий вплив</p> <p>3. помилка регулювання</p> <p>4. випадковий сигнал</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |

| |
|--|
| 9. Статичною характеристикою елементарної ланки автоматки називається залежність |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. вихідної величини від вхідної залежно від часу 2. вихідної величини від вхідної в усталеному режимі 3. вхідної величини від вихідної залежно від часу 4. вхідної величини від вихідної в усталеному режимі |
| 10. Первинні вимірювальні перетворювачі теплоенергетичних величин перетворюють в електричний сигнал. |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. - температуру; 2. - постійний струм; 3. - змінну напругу; 4. - кількість речовини; |

6. Методи навчання.

При вивченні дисципліни «Основи наукових досліджень» використовуються 4 групи методів навчання:

▲ I група методів - методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

| | | |
|---|--|--|
| Словесні | Наочні | Практичні |
| <ul style="list-style-type: none"> • розповідь-пояснення • бесіда • лекція | <ul style="list-style-type: none"> • ілюстрація • демонстрація | <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні роботи • практичні роботи • реферати |
| Індуктивні методи | | Дедуктивні методи |
| узагальнення, пов'язані із проведенням експериментів на основі розрахункових даних | | розвиток абстрактного мислення для засвоєння навчального матеріалу на основі узагальнень |
| Репродуктивні методи | | Творчі, проблемно-пошукові методи |
| повторення готових розв'язків завдань, або робота за готовими прикладами | | самостійна, творча пізнавальна діяльність |
| Навчальна робота студентів під керівництвом НПП | | Самостійна робота студентів |

▲ II група методів - методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

| | |
|--|---|
| методи стимулювання інтересу до навчання | методи стимулювання обов'язку й відповідальності |
| <ul style="list-style-type: none"> • створення ситуації інтересу при викладанні матеріалу • пізнавальні ігри • навчальні дискусії • аналіз життєвих ситуацій | <ul style="list-style-type: none"> • роз'яснення мети навчального предмета • вимоги до вивчення предмета (орфографічні, дисциплінарні, організаційно-педагогічні) • заохочення та покарання в навчанні |

▲ III група методів - методи контролю (самоконтролю, взаємоконтролю), корекції (самокорекції, взаємокорекції) за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності:

| <i>Компетенції</i> | <i>Функції оцінювання навчальних досягнень студента</i> |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • соціальні • полікультурні • комунікативні • інформаційні • саморозвитку та самоосвіти • компетенції, що реалізуються у прагненні та здатності до раціональної продуктивної, творчої діяльності | <ul style="list-style-type: none"> • контролююча; • навчальна • діагностично-коригуюча • стимулюючо-мотиваційна • виховна |

▲ IV група методів - бінарні, інтегровані (універсальні) методи.

На практиці ми інтегруємо методи різних груп, утворюючи неординарні (універсальні) методи навчання, які забезпечують оптимальні шляхи досягнення навчальної мети.

7. Форми контролю.

Контроль знань – підготовка до практичних та семінарських занять, проміжні атестації (модульна атестація), іспит (підсумкова атестація).

Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамен та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 03.03.2021 р. протокол № 7)

Таблиця 1.

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

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): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$.

Підсумковий контроль знань здійснюється **на іспиті**.

Оцінка **"Відмінно"** виставляється студенту, який протягом семестру систематично працював, на заліку показав різнобічні та глибокі знання програмного матеріалу, вміє вільно виконувати завдання, що передбачені програмою, засвоїв основну та знайомий з додатковою літературою, відчуває взаємозв'язок окремих розділів дисципліни, їх значення для майбутньої професії, виявив творчі здібності в розумінні та використанні навчально-програмного матеріалу, проявив здатність до самостійного оновлення і поповнення знань.

Оцінка **"Добре"** виставляється студенту, який виявив повне знання навчально-програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, що рекомендована програмою, показав стійкий характер знань з дисципліни і здатний до їх самостійного поповнення та поновлення у ході подальшого навчання та професійної діяльності.

Оцінка **"Задовільно"** виставляється студенту, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та наступної роботи за професією, справляється з виконанням завдань, передбачених програмою, допустив окремі похибки у відповідях на заліку та при виконанні екзаменаційних завдань, але володіє необхідними знаннями для їх подолання під керівництвом науково-педагогічного працівника.

Оцінка **"Незадовільно"** виставляється студенту, який не виявив достатніх знань основного навчально-програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не може без допомоги науково-педагогічного працівника використати знання при подальшому навчанні, не спромігся оволодіти навичками самостійної роботи.

8. Навчально-методичне забезпечення

1. Лекційний матеріал.

2. Електронний курс

9. Рекомендовані джерела інформації

4. Основи автоматички: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Лисенко В.П., Решетюк В.М., Цигульов І.Т., Чернищенко Є.В. – К., BePrint, 2021. – 557 с.

2. Технічні засоби автоматизації: підручник для студентів вищих навчальних закладів / М.В. Лувкінюк та ін. – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2018. – 455 с.