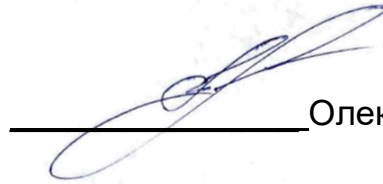


ЗАТВЕРДЖУЮ
Ректор ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»,

Голова приймальної комісії



Олександр ПОВАЖНИЙ

ПРОГРАМА ФАХОВОГО ІСПИТУ

**для вступу на здобуття освіти на третьому
(освітньо-науковому) рівні**

**галузь знань
спеціальність**

G Інженерія, виробництво та будівництво
G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка

**освітньо-наукова
програма**

«Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка»

Програму розроблено робочою групою у складі:

| № | ПІБ | Науковий ступінь, вчене звання, найменування посади |
|----|-------------------------------|---|
| 1. | Сімкін Олександр Ісакович | Канд. техн. наук, професор, професор кафедри АБЕРС |
| 2. | Койфман Олексій Олександрович | Канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри АБЕРС |
| 3. | Суботін Олег Володимирович | Канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри АБЕРС |

Програма рекомендована до введення в дію на засіданні Приймальної комісії від 30.04.2026 р., протокол №2.

Проєкт програми фахового іспиту погоджено:

Відповідальний секретар
приймальної комісії



Вікторія ФЕДОРЕНКО

Проректор з науково-дослідної роботи



Володимир КУХАР

Бібліотекар



Юлія ГОРЧИНСЬКА

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ | 4 |
| 2. ЗМІСТ ПРОГРАМНИХ ВИМОГ ЩОДО ЗНАНЬ ТА НАВИЧОК ВСТУПНИКІВ. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ | 5 |
| 3. СТРУКТУРА ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ | 17 |
| ДОДАТОК А. ЗРАЗОК ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ | 19 |

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Програма фахового іспиту розроблена на підставі Законів України «Про освіту», «Про вищу освіту», Постанов Кабінету Міністрів України «Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій» №1341 від 23.11.2011 р., «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» №266 від 29.04.2015 р., «Про внесення змін до переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» №1392 від 16.12.2022 р., Статуту ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Положення про концепції освітньої діяльності, освітні програми, робочі програми та силабуси освітніх компонентів у ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», з урахуванням стандарту вищої освіти України за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології галузі знань 15 - Автоматизація та приладобудування, затверджений і введений в дію наказом Міністерства освіти і науки України №785 від 05.09.2022 р.; Наказ МОНУ «Про затвердження Порядку прийому на навчання для здобуття вищої освіти в 2026 році» від 26.02.2026 р. № 373, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 20 березня 2026 року за № 374/45768; Положення про підготовку здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук в аспірантурі та докторантурі ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Правил прийому до ТОВ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» в 2026 р.

Мета фахового іспиту полягає в комплексній перевірці знань абітурієнтів при вступі для здобуття освітнього ступеня доктора філософії, отриманих ними в результаті вивчення дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою, під час здобуття попереднього освітнього ступеня.

2 ЗМІСТ ПРОГРАМНИХ ВИМОГ ЩОДО ЗНАТЬ ТА НАВИЧОК ВСТУПНИКІВ. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ

2.1 АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ В ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Основні терміни і визначення. Узагальнена характеристика АСУТП.

Типові інформаційні функції. Типові управляючі функції Типові допоміжні функції. Структура систем управління ТП і їх класифікація. Узагальнена структура АСУТП, інформаційно-дорадчі, супервізорні і прямого цифрового управління. Структура технічних засобів АСУТП. СПЗ. Засоби класифікації і кодування АСУТП.

Склад, класифікація і стадії створення АСУТП. Ефективність впровадження і реконструкції АСУТП

Концепція побудови АСУТП. Особливості систем цифрового управління. Апаратна платформа контролерів. Операційні системи контролерів. Програмування контролерів. Мережеві та інформаційні технології в АСУТП. Використання мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв. Тенденції глибокого впровадження цифрових інноваційних технологій у гірничо-металургійне виробництво. Ефективність впровадження і реконструкції АСУТП. Нетехнічні (економічний, екологічний підходи) до розробки, впровадження та реконструкції АСУТП.

Стадії створення АСУТП. Організація розробки спеціалізованого інформаційного та програмного забезпечення АСУТП

Алгоритмізація виробничого процесу. Аналіз інформаційних потоків. Розробка математичних моделей. Основні стадії розробки програм і програмної документації. Алгоритми контролю і управління. Технічний проект, технічне завдання на розробку СПЗ АСУТП. Види програмних документів.

Інформаційне забезпечення систем управління технологічними процесам

Виконавчі механізми. Вимірювальні перетворювачі та їх характеристики, нормуючі перетворювачі, уніфіковані сигнали, гальванічне розділення вимірювальних ланцюгів, комутація технологічних і керуючих сигналів, аналогові комутатори. Лінії зв'язку, способи з'єднання споживачів струмових сигналів і сигналів напруги. Волоконно-оптичні лінії зв'язку (ВОЛЗ). Дискретизація технологічної інформації. Форми числового представлення сигналів. Вибір часу

квантування, основні методи вибору часу квантування. Управління роботою ЦАП, АЦП і основні особливості їх використання в АСУТП.

Алгоритмічне та програмне забезпечення задач контролю та первинної обробки інформації

Призначення алгоритмів контролю. Аналітична градування (масштабування). Фільтрація та згладжування. Достовірність початкових даних та аварійна сигналізація. Інтерполяція та екстраполяція. Статична обробка експериментальних даних. Дискретизація технологічної інформації. Квантування по рівню. Методи вибору інтервалу квантування за часом. Задачі характеристики. Інші операції обробки даних. Структура даних для обробки вимірювань.

Вибір загального програмного забезпечення (ЗПЗ) і проектування спеціального програмного забезпечення (СПЗ). Узагальнена структура ПЗ АСУТП (по підсистемах)

Вибір СПЗ: основні вимоги, прив'язка до технічних засобів, технологічного процесу. Використання систем реального часу. Використання ОС (Windows, Linux, QNX та ін.) для проектування АСУТП. Чинники, що визначають якість СПЗ. Вимоги до СПЗ, що накладаються ЗПЗ. Два підходи до проектування СПЗ. Вибір мови програмування. Банк (база) даних системи. Об'єднання завдань в підсистеми. Основні дії та збої під час запуску і перезавпуску АСУТП. SCADA – системи. Підхід до побудови і реалізації моделей в АСУТП. Спрощення в моделях, коефіцієнти настройки моделей. Використання експериментів для настройки моделей. Застосування сучасних математичних методів та системного аналізу для дослідження та створення спеціального програмного забезпечення АСУТП. Використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій.

Принципи проектування інтерфейсу користувача

Дизайн операторського інтерфейсу. Принципи Окамі та Міллера. Принцип золотого перетину. Вимоги щодо щільності заповнення екрану. Види відеокадрів АСУТП. Розробка людино-машинного інтерфейсу з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.

Служби автоматизації на підприємстві. Основні роботи з експлуатації АСУТП.

Обслуговуючий персонал АСУТП та його обов'язки. Обслуговування технічних засобів (ТЗ) АСУТП. Обслуговування (супровід) програмного забезпечення.

Надійність систем автоматизації

Поняття надійності автоматичних та автоматизованих системи. Безвідмовність і вірогідність відмови. Відновлювані і невідновлювані

системи. Кваліфікація і підготовка персоналу. Поняття готовності системи. Показники надійності невідновлюваних систем та відновлюваних систем. Надійність АСУТП. Надійність програмного забезпечення АСУТП. Умови роботи автоматичних систем. Вплив на АСУТП різних факторів (навантажень). Використання теорії надійності для дослідження систем автоматизації. Методи підвищення надійності автоматичних систем при проектуванні, виробництві та експлуатації.

Метрологічне забезпечення АСУТП

АСУТП як об'єкт метрологічного забезпечення. Загальні принципи організації робіт з метрологічного забезпечення АСУТП. Метрологічна атестація АСУТП.

Інформаційна безпека АСУТП

Моніторинг безпеки та оцінка ризиків. Стандарти інформаційної безпеки АСУТП. Безпека периметра мережі. Захист робочих станцій і управління обліковими записами. Служба захисту та поновлення безпеки. Створення резервних копій та відновлення.

Література до розділу:

1. Кравченко В. П., Койфман О. О., Сімкін О. І. Автоматизація технологічних процесів і виробництв у чорній металургії : навчальний посібник. Одеса : Олді+, 2023. 276 с.

2. Автоматизація виробничих процесів : підручник / І. В. Ельперін, О. М. Пупена, В. М. Сідлецький, С. М. Швед. Київ : Ліра-К, 2024. 378 с.

3. Автоматизовані системи управління технологічними процесами в гірничо-металургійному виробництві : конспект лекцій з дисципліни «АСУТП в гірничо-металургійному виробництві» для здобувачів вищої освіти спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» усіх форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти / уклад. О. І. Сімкін. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2022. 183 с.

4. Пупена О.М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI : навчальний посібник. Київ : Ліра К, 2020. 594 с.

5. Невлюдов І. Ш., Новоселов С. П., Сичов О. В. Застосування цифрових двійників технічних засобів автоматизації для розроблення програмно-технічних комплексів АСУ ТП : навчальний посібник. Харків : Видавництво Іванченка І. С. 2023. 266 с.

6. Dunn W. C. Fundamentals of industrial instrumentation and process control. 2nd ed. USA : McGraw Hill Education, 2018. 336 p.

7. Barkin I., Wirtz J., Bornet P. Intelligent Automation : Learn how to harness Artificial Intelligence to boost business & make our world more human. 2021. 432 с. DOI: <https://doi.org/10.1142/12239>.

2.2 МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Теоретичні основи та базові методи оптимізації

Основні терміни та визначення. Постановка задач статичної оптимізації. Геометрична інтерпретація задачі статичної оптимізації. Класифікація методів розв'язання задач оптимізації функцій. Основні поняття математичного програмування. Методи класичного аналізу для розв'язку задач умовної оптимізації. Метод виключення. Метод множників Лагранжа. Умови Куна-Такера. Методи одномірної оптимізації. Метод Фібоначчі. Метод золотого перетину. Методи поліноміальної інтерполяції. Метод послідовного оцінювання із використанням квадратичної апроксимації. Метод пошуку з використанням кубічної апроксимації. Застосування методів одномірної оптимізації в задачах ідентифікації об'єктів управління. Застосування методів одномірної оптимізації в задачах адаптивного управління.

Методи багатомірної оптимізації

Методи першого порядку. Градієнтний метод. Метод найшвидшого спуску. Метод крутого спуску. Метод спряжених градієнтів (Флетчера-Рівса). Методи другого порядку. Метод Ньютона. Модифікований метод Ньютона. Метод Девідона-Флетчера-Пауела (ДФП). Застосування градієнтних методів в задачах адаптивного управління. Методи нульового порядку багатомірної оптимізації. Метод Гауса-Зейделя. Метод Розенброка. Метод пошуку по симплексу. Метод Хука-Дживса. Методи випадкового пошуку. Послідовність випадкових чисел. Сліпий пошук. Метод випадкових напрямків. Методи оптимізації при наявності обмежень. Методи штрафних функцій. Метод проєкції градієнта. Лінійне програмування. Постановка задачі. Нормальна форма задачі ЛП. Властивості лінійних задач оптимізації. Симплексний метод розв'язку задач ЛП. Стохастичні алгоритми оптимізації. Застосування для дискретної оптимізації. Основні положення та розв'язок задач багатоцільової оптимізації з використанням методу рою часток. Реалізація статичної оптимізації в системах керування. Оптимізація процесу за допомогою математичних моделей. Оптимізація на основі методів розпізнавання ситуації. Декомпозиційна оптимізація. Генетичні алгоритми оптимізації. Моделі генетичних алгоритмів. Мурашині алгоритми та генетичне програмування.

Література до розділу:

1. Ning A., Joaquim R. R. A. Martins. *Engineering Design Optimization*. United Kingdom : Cambridge University Press. 2022. 650 p. DOI: 10.1017/9781108980647.

2. Optimization Toolbox. *MathWorks*. URL: https://www.mathworks.com/help/optim/index.html?s_tid=hc_product_card (date of access: 18.06.2024).

3. Методи оптимізації та дослідження операцій : навч. посіб. / уклад.: Я. Б. Сікора, А. Й. Щехорський, Б. Л. Якимчук. Житомир : ЖДУ ім. Ів. Франка, 2019. 148 с.

4. Методи оптимізації та пошуку оптимальних рішень : навч. посіб. / уклад. Л. Ладієва. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 73 с.

5. Ємець О. О. Методи оптимізації та дослідження операцій : навч. посібник. Полтава : ПУЕТ, 2019. Ч. 2. 139 с.

2.3 ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Теоретичні основи та елементарні ланки

Етапи розвитку теорії автоматичного регулювання. Основні поняття і визначення ТАР. Структура та класифікація систем автоматичного регулювання. Класифікації систем автоматичного керування. Математичний опис лінійних систем автоматичного керування. Постановка задачі. Методика формалізованого опису елементів і систем. Статичні характеристики ланки. Лінеаризація. Типові збурювальні впливи. Динамічні характеристики ланки: диференціальне рівняння, передавальна функція, перехідна характеристика, крива розгону, імпульсні характеристики (ідеальні та реальні), частотні характеристики (комплексно-частотна, амплітудно-частотна, фазочастотна), логарифмічні частотні характеристики. Типові елементарні ланки. Поняття елементарних ланок, їхні види, а також диференціальне рівняння, передавальна функція, статична характеристика, часові характеристики, частотні характеристики. Пропорційна ланка. Аперіодична ланка. Ідеальна інтегруюча ланка. Реальна інтегруюча ланка. Реальна диференціююча ланка. Ланка чистого запізнювання. Ланки другого порядку. Аперіодична ланка другого порядку. Коливальна ланка. Консервативна ланка. Структурні схеми систем автоматичного регулювання та їх перетворення. Послідовне з'єднання ланок. Паралельне з'єднання ланок. Зустрічно-паралельне з'єднання ланок (ланка, охоплена зворотним зв'язком). Допоміжні правила перетворення структурних схем. Формула Мейсона. Передавальна функція типової одноконтурної САР.

Об'єкти керування та регулятори

Об'єкти регулювання із самовирівнюванням. Аналітичні дослідження об'єктів регулювання. Експериментальне дослідження об'єктів керування. Пасивні й активні методи дослідження. Типові сигнали, які подають для експериментального дослідження. Об'єкти керування із самовирівнюванням (статичні) та їх особливості. Методика

проведення експерименту для визначення кривої розгону статичного об'єкта керування. Обробка кривої розгону статичного об'єкта керування за допомогою дотичної. Обробка кривої розгону за допомогою двох точок. Параметри статичного об'єкта керування, їх розмірність і фізичний зміст. Математичні моделі статичного об'єкта керування при апроксимації двома й трьома ланками. Методика проведення експерименту для визначення реальної імпульсної характеристики статичного об'єкта керування. Обробка реальної імпульсної характеристики статичного об'єкта керування методом перестроювання. Обробка реальної імпульсної характеристики статичного об'єкта керування методом площин. Об'єкти регулювання без самовирівнювання. Об'єкти керування без самовирівнювання (астатичні) та їх особливості. Методика проведення експерименту для визначення кривої розгону астатичного об'єкта керування. Обробка кривої розгону астатичного об'єкта регулювання за допомогою дотичної. Параметри астатичного об'єкта регулювання, їх розмірність і фізичний зміст. Математичні моделі астатичного об'єкта керування при апроксимації двома й трьома ланками. Експериментальне визначення частотних характеристик об'єктів регулювання. Типові сигнали, які подають для експериментального дослідження частотних характеристик об'єктів регулювання. Методика проведення експерименту для визначення частотних характеристик об'єктів керування. Амплітудно-частотна, фазо-частотна і амплітудно-фазова характеристика статичного та астатичного об'єкта керування. Визначення параметрів статичного та астатичного об'єкта керування по його амплітудно-фазовій характеристиці. Закони регулювання. Лінійні закони регулювання: П, І, ПІ, ПД і ПІД. Регулятори, їх диференціальні рівняння, передавальні функції, крива розгону, амплітудно-частотна, фазо-частотна і амплітудно-фазова характеристика. Параметри налаштування регуляторів, їхня розмірність і фізичний зміст. Урахування інерційності виконавчих механізмів регуляторів. Автоматичні системи регулювання (АСР). Структурні схеми АСР. Комбінована замкнута, комбінована розімкнута, замкнута й розімкнута АСР їх структурна схема та передавальні функції по каналу завдання і каналу збурення по навантаженню. Інваріантні АСР. Вимоги інваріантності. Статичні й астатичні АСР. Перехідні процеси в АСР та їхні якісні показники. Поняття стійкості. Оцінка стійкості АСР по коріннях характеристичного рівняння та по кореневому годографу. Критерій стійкості Рауса-Гурвіца. Критерій стійкості Найквіста. Гіпербола Вишнеградського. Запас стійкості системи по модулю та по фазі. Аналіз АСР 1 й 2 порядків (передавальні функції, процеси регулювання, зміна керуючого впливу регулятора). Вплив коефіцієнту передачі регулятора на характер перехідного процесу. Вплив інтегральної та диференціальної складової закону регулювання на властивості АСР. Вплив параметрів об'єкта керування на характер перехідного процесу й

показники системи. Залежність між показниками якості системи й коефіцієнтом передачі регулятора. Керування показниками якості процесів регулювання шляхом зміни параметрів налаштування регуляторів. Синтез АСР. Вибір структури регулятора. Визначення ступеня віддалення системи від границі стійкості (типові оптимальні процеси регулювання). Розрахунок параметрів налаштування регуляторів: спрощеним методом; методом розширених АФХ; методом М-критерію; методом, що забезпечує запас стійкості системи по модулю. Розрахунок процесів регулювання. Методи розрахунку процесів регулювання в АСР.

Нелінійні системи автоматичного керування

Класифікація нелінійних АСР. Типові нелінійності. Особливості динаміки нелінійних АСР. Методи аналізу нелінійних АСР. Дослідження нелінійних об'єктів управління. Супутні нелінійності. Вплив супутніх нелінійностей на динамічні властивості АСР. Вплив обмежень керуючого впливу, нечутливості регулятора та їх спільний вплив на динамічні властивості АСР. Аналіз впливу обмежень керуючого впливу методом гармонічної лінеаризації. Вплив люфту регулятора на властивості АСР. Дискретні АСР. Класифікація дискретних АСР. Квантування вхідних сигналів у дискретних АСР. Імпульсні й цифрові АСР. Релейні АСР. Методи дослідження релейних АСР. Процеси регулювання в релейних АСР, їхній розрахунок і побудова. Показники якості релейних АСР й способи їхнього визначення. Релейні регулятори.

Література до розділу:

1. Теорія автоматичного управління : навч. посіб. / О. Й. Штіфзон, П. В. Новіков, В. П. Бунь. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 144 с.
2. Лістровий С. В., Мірошник М. А., Клименко Л. А. Теорія автоматичного керування, штучний інтелект і автоматизація процесу прийняття рішення : навч. посіб. Харків : УкрДУЗТ, 2019. 120 с.
3. Методи сучасної теорії управління: підручник / А. П. Ладанюк та ін. Київ : Видавництво Ліра-К, 2019. 368 с.

2.4 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Введення в кіберфізичні системи (КФС)

Основні принципи організації КФС. Нові технології автоматизації. Цикли розвитку інформаційних систем. Інформаційний галас перспектив сучасних технологій. Цикли зрілості Гартнер. Автоматизовані системи управління виробництвом ERP. MES. SCADA. CALS. Кіберфізичні системи M2M, IIOT, BIG DATA.

Розробка технології штучних агентів. Інтернет речей (Internet of Things)

Агенти. Віртуальні агенти. Інтелектуальні агенти (мультіагентні системи). Штучний інтелект. Robot ethics charter. Історія Інтернету Речей. Огляд архітектур Інтернет речей Архітектура Інтернету Речей. Приклади IoT Перший елемент системи: датчики, детектори, приводи. Другий елемент системи IoT: інтернет-шлюзи Третій елемент системи IoT: попередня обробка та аналітика Четвертий елемент системи IoT: аналіз у хмарі чи центри обробки даних. П'ятий елемент системи IoT: передача даних менеджерам системи (користувачам).

Бездротові сенсорні мережі (БСМ)

Основні поняття і принципи сенсорних мереж Класифікація технологій передачі даних у IoT. – Стандарти та протоколи IoT. Типи вузлів БСМ. Типові архітектури та топології БСМ. Кластерна структура БСМ. Можливі топології сенсорної мережі. Режими роботи БСМ. Протоколи маршрутизації в БСМ. Стандарт IEEE 802.15.4. Стандарт 6LoWPAN. Стандарт ZigBee. Стандарти WirelessHART та ISA100.11a. Порівняння стеків протоколів стандартів ISA 100.11a та WirelessHart. Стандарт Z-Wave. Проблеми реалізації БСМ. Проблема енергоспоживання. Проблема самоврядування. Проблема бездротового з'єднання. Проблема децентралізованого управління. Проблема безпеки. Графік споживання енергії вузлом БСМ. Робочий цикл в бездротовій сенсорній мережі. Зв'язок потужності, енергії та частоти.

Основні положення інтелектуальних систем на базі нечіткої логіки

Нечіткі множини. Основні положення теорії множин та поняття нечіткої множини. Способи побудови функцій приналежності. Нечіткість та інші види невизначеності. Аналітичний опис функцій приналежності. Операції над нечіткими множинами. Трикутна норма та конорма. Заходи подібності нечітких множин. Нечіткі відношення та нечітка композиція. Нечітка логіка. Двійкова логіка, висловлювання та предикати. Продукційні системи. Нечітка логіка та лінгвістичні змінні. Нечітка імплікація та нечіткі правила. Нечіткий висновок на базі правил. Метод дефазифікації. Табличне подання основи правил. Вимоги до бази правил. Нечітка система як універсальний апроксиматор. Нечіткий висновок у матричній формі. Нечітка динамічна система.

Інтелектуальні регулятори з використанням нечітких логіки

Управління зі зворотним зв'язком. Моделі об'єктів керування. Під-регулятори. Структури нечітких регуляторів. Методи синтезу нечітких регуляторів. Евристичний синтез нечіткого регулятора П-типу. Умови лінійності нечіткого регулятора П-типу. Нелінійна поведінка нечіткого регулятора П-типу. Умови еквівалентності НЛР та П-регулятора. Синтез нелінійного нечіткого регулятора П-типу. Аналітичний опис нечіткого

логічного регулятора ПД-типу. Синтез нечіткого регулятора ПД-типу, ПІ-типу, ПІД-типу.

Синтез нечітких правил з даних про процес управління

Постановка задачі синтезу. Поняття кластеризації. Алгоритм С-середніх. Субтрактивна кластеризація. Кластеризація за допомогою нейронної мережі. Кластеризація в MatLab. Вилучення керуючих правил з інформації про процес управління. Синтез нечіткого регулятора по даним.

Література до розділу:

1. Ярощук Л. Д. Інтелектуальні системи управління: Експертні системи - основи проектування та застосування в системах автоматизації : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 136 с.

2. Інтелектуальні системи управління : курс лекцій з дисципліни «Інтелектуальні системи управління» (для здобувачів вищої освіти спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» усіх форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти). Частина 1. Кіберфізичні системи / уклад. О. В. Разживін. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2023. 51 с.

3. Інтелектуальні системи управління : курс лекцій з дисципліни «Інтелектуальні системи управління» (для здобувачів вищої освіти спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» усіх форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти). Частина 2. Нейронні мережі та нечіткі системи в САУ / уклад. О. В. Разживін. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2023. 531 с.

4. Інтелектуальні системи управління : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Інтелектуальні системи управління» (для здобувачів вищої освіти спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» усіх форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти). / уклад. О. В. Разживін. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2023. 231 с.

2.5 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ВИРОБНИЦТВ

Автоматизація технологічних процесів киснево-конвертерного виробництва. Задачі автоматизації

Автоматизація міксерного відділення. Автоматизація конвертерної плавки. Статичні та динамічні методи керування плавкою. Визначення параметрів налагодження регулятора САР. Автоматизація процесів завантаження сипучих матеріалів. Автоматизація котла охолоджувача конвертерних газів. Визначення параметрів налагодження регулятора САР. Автоматизація процесів евакуації, охолодження, очищення та утилізації конвертерних газів. Автоматизація технологічних процесів позапічної обробки сталі. Дослідження роботи системи автоматичного регулювання

Машини безперервної литва заготівок (МБЛЗ), задачі контролю та автоматичного регулювання

Автоматичний контроль та регулювання параметрів сталь ковш та промковша. Дослідження роботи системи автоматичного регулювання. Автоматизація технологічних процесів безперервного розливу сталі. Автоматизація процесів на дільниці «стальківш-промківш». Автоматичне регулювання параметрів кристалізатора. Автоматизація теплового режиму кристалізатора. Системи контролю та попередження прориву металу. Дослідження роботи системи автоматичного регулювання. Автоматизація зони вторинного охолодження МБЛЗ. Методи контролю та керування вторинним охолодженням безперервного зливку.

Автоматизація технологічних процесів прокатного виробництва

Автоматизація процесів складування та підготовки заготівок до нагріву. Системи інформаційного супроводження заготівок по всій технологічній лінії стану. Дослідження роботи системи автоматичного регулювання. Автоматизація нагрівальних печей прокатного виробництва. Автоматизація температурного режиму зон методичної печі гарячої прокатки листа. Дослідження роботи системи автоматичного регулювання.

Автоматизація нагрівальних та термічних печей прокатного виробництва

Автоматизація нагрівальних та термічних печей прокатного виробництва. Дослідження роботи системи автоматичного регулювання. Автоматизація секційних печей швидкісного нагріву заготівок.

Література до розділу:

1. Кравченко В. П., Койфман О. О., Сімкін О. І. Автоматизація технологічних процесів і виробництв у чорній металургії : навчальний посібник. Одеса : Олді+, 2023. 276 с.

2. Автоматизація виробничих процесів : підручник / І. В. Ельперін, О. М. Пупена, В. М. Сідлецький, С. М. Швед. Київ : Ліра-К, 2024. 378 с.

3. Автоматизовані системи управління технологічними процесами в гірничо-металургійному виробництві : конспект лекцій з дисципліни «АСУТП в гірничо-металургійному виробництві» для здобувачів вищої освіти спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» усіх форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти / уклад. О. І. Сімкін. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2022. 183 с.

4. Пупена О.М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI : навчальний посібник. Київ : Ліра К, 2020. 594 с.

5. Невлюдов І. Ш., Новоселов С. П., Сичов О. В. Застосування цифрових двійників технічних засобів автоматизації для розроблення програмно-технічних комплексів АСУ ТП : навчальний посібник. Харків : Видавництво Іванченка І. С. 2023. 266 с.

6. Dunn W. C. Fundamentals of industrial instrumentation and process control. 2nd ed. USA : McGraw Hill Education, 2018. 336 p.

7. Barkin I., Wirtz J., Bornet P. Intelligent Automation : Learn how to harness Artificial Intelligence to boost business & make our world more human. 2021. 432 с. DOI: <https://doi.org/10.1142/12239>.

2.6 ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

Основи програмно-технічних комплексів

Класифікація програмно технічних комплексів. Контролер на базі персонального комп'ютера. Локальний програмований логічний контролер. Мережевий комплекс контролерів. Розподілена система управління малого масштабу. Повномасштабні розподілені системи управління. SCADA-системи. Основи програмно-технічних комплексів. Функціональний состав програмно-технічних комплексів: промислові мережі, програмовані логічні контролери або контролери на базі персональних комп'ютерів, інтелектуальні пристрої зв'язку з об'єктом, робочі станції і сервери різного призначення, прикладне програмне забезпечення. Підвищення надійності програмно-технічного комплексу. Структура програмно-технічних комплексів.

Промислові мережі

Промислові мережі. AS-interface. InstaBus EIB. Roundation Field Bus H1 и H2. HART. InterBus. LonWork. Profibus PA. WorldFIP. Комунікаційний сервер (сервер, шлюз, комутатор). Концентратор (сервер даних). Інтеграційний сервер. Рівні управління та їх призначення в ієрархії управління. Основні характеристики польових інтерфейсів передачі даних.

Приклади реалізації програмно технічних комплексів

Програмно-технічний комплекс Allen-Bradley. Програмно-технічний комплекс Schneider Electric. Програмно-технічний комплекс Siemens. Структура програмно-технічного комплексу. Призначення та область застосування. Технічні характеристики. Технічне забезпечення. Програмне забезпечення. Мережеве обладнання. Середовище програмування. Взаємодія з сервером бази даних. Автоматизована система керування технологічними процесами на базі ПТК.

Література до розділу:

1. Пупена О.М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI : навчальний посібник. Київ : Ліра К, 2020. 594 с.
2. Автоматизація виробничих процесів : підручник / І. В. Ельперін, О. М. Пупена, В. М. Сідлецький, С. М. Швед. Київ : Ліра-К, 2024. 378 с.
3. Діордієв В. Т., Кашкарьов А. О., Дубініна С. В., Новіков Г. В. Засоби автоматизації електротехнічних комплексів : навч. посіб. Мелітополь : ФОРМ Однорог Т. В., 2020. 220 с.
4. Webster J., Halit E. Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook. Spatial, Mechanical, Thermal, and Radiation Measurement. 2nd Edition. Boca Raton : CRC Press. 2014. 3559 p.
5. Johnson C. D. Process Control Instrumentation Technology. 8th ed. Pearson, 2014. 703 p.
6. Dunn W. C. Fundamentals of industrial instrumentation and process control. 2nd ed. USA : McGraw Hill Education, 2018. 336 p.

2. СТРУКТУРА ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

3.1 ОРІЄНТОВНА СТРУКТУРА БІЛЕТУ ФАХОВОГО ІСПИТУ

Фаховий іспит здійснюватиметься в очному форматі а також з використанням засобів дистанційної електронної комунікації на платформі Moodle Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» для окремих категорій вступників.

Перелік питань, який пропонується, систематизовано по різноманітним взаємозв'язаним сторонам діяльності фахівця та охоплює її теоретичні основи, а також питання застосування отриманих теоретичних знань для рішення практичних задач. Питання, які містяться в екзаменаційних білетах, покликані виявити знання з усіх видів діяльності майбутнього спеціаліста у рамках навчальних дисциплін, які вивчалися.

Білет фахового іспиту складається с з двох частин:

- перша частина, теоретична – у вигляді теоретичних тестів (20 тестів, які мають 3-4 варіанти відповідей, одна з яких є вірною),
- друга частина, практична – у вигляді письмового завдання (3 завдання розрахункового та/або ситуаційного характеру), обов'язкова умова виконання є надання скан-копії або фотографії розв'язання завдання.

3.2 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДЕЙ

Абітурієнт повинен продемонструвати фундаментальні та професійно-орієнтовані уміння та знання, а також здатність вирішувати типові складні спеціалізовані професійні завдання.

Кількість балів, яку може отримати вступник за виконання фахового вступного випробування, розраховується на підставі таблиці.

| | Теоретична частина | Практична частина |
|---|--------------------|-------------------|
| Кількість завдань у білеті | 20 тестів | 3 завдань |
| Максимальна кількість балів за одне правильно виконане завдання | 7 | 20 |
| Всього, балів | 140 | 60 |

Кожний білет складається із двох частин, їх бездоганне виконання оцінюється 200 балами (максимальна оцінка). Мінімальний прохідний бал – 100 балів.

Теоретичні тести оцінюються за шкалою: 7 балів – в разі надання вірної відповіді, 0 балів – в протилежному випадку.

Розрахункові завдання повинні супроводжуватися наданням порядку їх розв'язання, в т.ч. описом послідовності дій та необхідними формулами для розрахунку і чисельними значеннями, які підставляються в ці формули. Вони оцінюються за наступною шкалою:

| Характеристика відповіді | Кількість балів |
|--|-----------------|
| Не надано порядку розв'язання у письмовому вигляді; надано порядок розв'язання, однак сам порядок і відповідь є невірними в усіх логічних діях із розв'язання задачі | 0 |
| Надано порядок розв'язання у письмовому вигляді, однак у логіці розв'язання, чисельних результатах є помилки | 1-10 |
| Надано порядок розв'язання у письмовому вигляді, він є логічно вірним, однак кінцевий чисельний результат є невірним | 11-16 |
| Надано порядок розв'язання у письмовому вигляді, він є логічно вірним, отримано вірний кінцевий чисельний результат | 17-20 |

Розв'язання ситуаційного завдання передбачає, що вступником продемонстровано глибокі знання з автоматизації, комп'ютерно-інтегрованого управління та робототехніки, чітка логіка мислення, коректне використання професійної термінології в необхідній логічній послідовності; виражена здатність вирішувати поставлені проблеми в рамках питання.

Розв'язання ситуаційного завдання оцінюватиметься за наступними складовими:

| Складова оцінки відповіді | Максимальна кількість балів за складовою |
|--|--|
| Не надано порядку розв'язання у письмовому вигляді; надано порядок розв'язання, однак сам порядок і відповідь є невірними в усіх логічних діях із розв'язання задачі | 5 |
| Порядок розв'язання у письмовому вигляді, порядок розв'язання не повністю є логічно вірним, є критичні помилки | 5 |
| Порядок розв'язання у письмовому вигляді, порядок розв'язання є логічно вірним, є не критичні помилки | 5 |
| Порядок розв'язання у письмовому вигляді, порядок розв'язання є логічно вірним, є не значні не точності | 5 |
| Порядок розв'язання у письмовому вигляді, порядок розв'язання є логічно вірним, логічних помилок немає | 20 |

Приклад екзаменаційного білета у вигляді тесту наведений у додатку А.

ДОДАТОК А. ЗРАЗОК ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ

Теоретична частина

1. Під системою обробки даних, основаної на використанні ЕОМ і пов'язаної з управлінням тими чи іншими об'єктами (підприємствами, організаціями, технологічними процесами) розуміється
 - A. Автоматична система управління (САУ)
 - B. Автоматична система жорсткого управління (САЖУ)
 - C. Автоматизована система обробки інформації і управління (АСОІУ)
 - D. Автоматична система контролю (АСК)
2. Скільки величин (параметрів) мають найпростіші об'єкти автоматизації?
 - A. Одну вихідну величину і відповідно один вхідний вплив
 - B. Одну вихідну величину
 - C. Кілька взаємозалежних вхідних і вихідних координат
 - D. Кілька незалежних вхідних і вихідних координат
3. При дотриманні якої умови об'єкт буде знаходитися в рівновазі?
 - A. Регулюємий вхідний вплив відповідає величині збурення
 - B. Регулюємий вхідний вплив відповідає вихідній величині
 - C. Вихідна величина відповідає величині збурення
 - D. Відсутність збурення
4. Що являє статична характеристика об'єктів управління?
 - A. Залежність між вихідною координатою і вхідною координатою
 - B. Залежність між вихідною координатою і величиною збурення
 - C. Залежність між вихідною координатою і результуючим значенням вхідний координати при сталих режимах
 - D. Залежність між вихідною координатою і результуючим значенням вхідний координати при динамічних режимах
5. У чому полягає принцип ідентифікації динамічних ланок?
 - A. Потрібно за відомими вхідно-вихідними залежностями динамічного об'єкта побудувати його опис, який можна використовувати для передбачення вихідного сигналу при довільному вхідному
 - B. Потрібно визначити вхідно-вихідні залежності динамічного об'єкта з метою побудови його опису, який можна використовувати для передбачення вихідного сигналу при довільному вхідному
 - C. У передбаченні вихідного сигналу при довільному вхідному з метою визначення вихідного сигналу динамічного об'єкту
 - D. У визначенні вхідного сигналу при певному вихідному
6. Якими узагальненими координатами характеризуються об'єкти управління?
 - A. Перша координата - вихідна величина, друга - збурення
 - B. Перша координата - вихідна величина, друга - збурення, третя - регулюючий вхідний вплив

- C. Перша координата - вихідна величина, друга - що регулює вхідний вплив
- D. Тільки вихідна величина
7. Системи автоматичного регулювання (САР) технологічних процесів забезпечують...
- A. Створення аварійних ситуацій в роботі обладнання при сталому режимі.
- B. Збільшення регульованої величини на заданому рівні або зміна її за заданою програмою
- C. Підтримку регульованої величини на заданому рівні або зміна її за заданою програмою
- D. Зменшення регульованої величини на заданому рівні або зміна її за заданою програмою
8. Замкнені системи автоматичного управління, що працюють за принципом відхилення, називають також ...
- A. Системами автоматичного регулювання (САР)
- B. Системами автоматичного жорсткого управління (САЖУ)
- C. Системи автоматичного контролю (САК)
- D. Системи автоматичного захисту (САЗ)
9. Сукупність автоматичного керуючого пристрою і об'єкта управління, пов'язаних і взаємодіючих між собою відповідно до алгоритму управління, називають...
- A. Системою автоматичного управління (САУ)
- B. Системою автоматичного контролю (САК)
- C. Системою автоматичного захисту (САЗ)
- D. Системою автоматичного жорсткого управління (САЖУ)
10. Системи автоматичного регулювання призначені для вирішення завдань:
- A. Стабілізації регульованої величини
- B. Ускладнення технологічного процесу
- C. Стабілізації та зміни регульованої величини за відомою програмою
- D. Зменшити тривалість робочого дня
11. До першого елемента системи IoT належать
- A. Датчики, приводи.
- B. Інтернет-шлюзи та системи збору даних
- C. Попередня обробка та аналітика
- D. Аналіз у хмарі чи центрі обробки даних
12. Сенсорна мережа, це
- A. Це пристрій, який складається, принаймні, з одного сенсора (може також включати один або декількох актуаторів), і має обчислювальні та дротові або бездротові мережеві можливості.
- B. Система розподілених вузлів, взаємодіючих між собою, а також з іншими мережами для запитів, обробки, передачі та надання інформації, отриманої від об'єктів реального фізичного світу з метою вироблення відповідної реакції на цю інформацію

- C. Пристрій, який сприймає контрольований вплив, вимірює його кількісні та якісні характеристики і перетворює дані вимірювання в сигнал.
- D. Система вузлів, не взаємодіючих між собою
13. 6LOWPAN, це
- A. Стандарт, що забезпечує взаємодію малих бездротових мереж з мережами IP за протоколом IPv6 з малим енергоспоживанням.
- B. Протокол передачі даних бездротової лінії зв'язку як HART-повідомлень
- C. Протоколи Fieldbus Foundation, Profibus-PA та HART, що працюють на рівні додатків
- D. Протокол TCP/IP
14. Модульна штучна нейрона мережа у якої:
- A. Кожен нейрон передає вихідний сигнал іншим нейронам, у тому числі й самому собі..
- B. Нейрони поєднуються в шари
- C. Нейрони розташовуються у вузлах прямокутної, або гексагональної, решітки
- D. Кожен нейрон наступного шару отримує сигнали тільки частини нейронів попереднього.
15. Якщо штучна нейрона мережа прямого поширення має більш трьох входи, то вона виконує завдання класифікації у
- A. Площині
- B. Просторі
- C. Гіперпросторі
- D. Кіберпросторі
16. Що з наведеного є головною перевагою методів стохастичної оптимізації?
- A. Велика швидкість знаходження розв'язку
- B. Краще уникнення локальних оптимумів
- C. Можливість отримання однакового розв'язку після кожного виконання
17. Який клас алгоритмів більше підходить для вирішення складних проблем реального світу з великою кількістю локальних рішень?
- A. Алгоритми, що базуються на градієнтному методі
- B. Алгоритми, що базуються на поведінці індивідуума
- C. Алгоритми, що базуються на поведінці популяції
18. У випадку багатоцільової оптимізації, якщо $x = [0, 10]$ і $y = [10, 0]$, що з наведеного нижче є правильним у разі мінімізації?
- A. X домінує над y
- B. Y домінує над x
- C. x та y не можуть домінувати одне над одним
19. Як називається проекція множини оптимальних рішень по Парето в цільовий простір?
- A. Недомінування

- В. Оптимальний фронт Парето
 - С. Розв'язок Парето
 - Д. Оптимальний набір розв'язків Парето
20. Градієнтний метод пошуку мінімуму передбачає
- А. Використання другої похідної цільової функції
 - В. Застосування дискретизації цільової функції для обчислення оптимального значення
 - С. Ітеративне оновлення значення змінних в напрямку градієнта функції
 - Д. Ітеративне оновлення значення змінних в напрямку, протилежному градієнту функції

Практична частина

1. Розрахувати максимальну роздільну здатність (кількість розрядів) датчика швидкості і розрядів коду швидкості слідкувального електроприводу, якщо помилка за положенням $\varepsilon_n = 0,2 \cdot 10^{-3}$ м, мінімальна частота обертання валу електродвигуна $\omega_{\text{об}} = 5$ с⁻¹, Період дискретності системи $T_0 = 4$ мс; допустиме прискорення двигуна $a_{\text{дон}} = 0,3$ м/с².
2. Особливості контролю та регулювання температури.
3. Структура системи контролю та регулювання температури в горні при спіканні агломерату.