

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ І ЗВ'ЯЗКУ

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ВИРОБНИЦТВ

Методичні вказівки та завдання
до самостійної роботи студентів
для підготовки бакалаврів

Спеціальність:

151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Укладач: доц. Андрій СТОПАКЕВИЧ

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри
Автоматики та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Протокол від “29” серпня 2022 року № 1

В.о. завідувача кафедри _____ Олена ВОРОБІЙОВА
(підпис)

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Вимоги до самостійної роботи студента	6
2 Зміст програми навчальної дисципліни.....	7
3 Завдання для самостійного вивчення.....	8
4 Питання до екзаменаційного контролю та критерії оцінки.....	10
5 Рекомендована література.....	12

Вступ

Відповідно до ОПП дисципліна «Автоматизація технологічних процесів і виробництв» є складовою частиною програми підготовки бакалаврів для спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Вона вивчається студентами після успішного оволодіння дисциплінами: Вступ до спеціальності, Інформаційно-вимірювальні системи, Експериментальні методи ідентифікації об'єктів керування, Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизованих систем, Системний аналіз складних систем керування, Теорія автоматичного керування.

Метою викладання навчальної дисципліни “Автоматизація технологічних процесів і виробництв” є:

- надання студентові теоретичних знань про будову виробництв та технологічних процесів;
- вивчення методів аналізу ТП з метою розробки ефективних систем автоматизації;
- формулювання розуміння принципів вибору сучасних засобів автоматизації, адекватного вимогам технологічного регламенту та динамічним особливостям системи керування та придбання навичок такого вибору;
- формування на базі розуміння особливостей існуючих підходів до побудови систем керування (децентралізованих, систем з компенсаторами, централізованих та ін.) вміння їх застосовувати для розрахунку систем керування різних типів з використанням комп'ютерної техніки та для прийняття вірних рішень при формулюванні стратегії автоматизації технологічних об'єктів керування.

Основними завданнями вивчення дисципліни “Автоматизація технологічних процесів і виробництв” є:

- надання студентові теоретичних знань про будову виробництв та технологічних процесів; вивчення методів аналізу ТП з метою розробки ефективних систем автоматизації;
- формулювання розуміння принципів вибору сучасних засобів автоматизації, адекватного вимогам технологічного регламенту та динамічним особливостям системи керування та придбання навичок такого вибору;
- формування на базі розуміння особливостей існуючих підходів до побудови систем керування (децентралізованих, систем з компенсаторами, централізованих та ін.) вміння їх застосовувати для розрахунку систем керування різних типів з використанням комп'ютерної техніки та для прийняття вірних рішень при формулюванні стратегії автоматизації технологічних об'єктів керування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен надбати наступні компетенції:

К13. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

К15. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

К16. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, інтелектуальні технології, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних і бази знань параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен надбати наступні програмні результати навчання:

ПР04. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

1 Вимоги до самостійної роботи студента

Обсяг трудомісткості дисципліни «Автоматизація технологічних процесів і виробництв» - 8 кредитів (240 годин). З них виділено часу на лекційні заняття – 30 годин, практичні – 20 годин, лабораторні – 10 годин, індивідуальну та самостійну навчальну роботу – 180 годин. Підсумкова форма контролю – іспит. Дисципліна передбачає також виконання курсової роботи.

Для засвоєння всіх тем згідно з навчальним планом студент має:

- засвоїти матеріал лекційного заняття;
- провести підготовку до практичних занять (провести збір необхідних матеріалів за варіантом) та виконати їх на заняттях;
- провести підготовку до лабораторних занять (провести опрацювання необхідного матеріалу) та виконати їх на заняттях;
- ознайомитись з матеріалом для самостійного засвоєння і сформулювати короткий конспект вивченого, що вимагає використання літературних джерел і мережі Інтернет;
- виконати завдання індивідуальної роботи та письмово оформити відповідь.

2 Зміст програми навчальної дисципліни

Програма навчальної дисципліни включає оволодіння наступними темами:

Тема 1. Визначення автоматизації виробництва. Основні етапи розвитку автоматизації. Класифікація поколінь систем автоматизації. Структура промислового підприємства.

Тема 2. Принципи автоматизації технологічних процесів. Приклади застосування принципів.

Тема 3. Проблема вибору технологічних змінних при розробці системи автоматизації. Приклад розробки стратегії автоматизації ділянки сучасного ТП

Тема 4. Загальні критеріїв вибору давачей. Вибір в залежності від умов середовища та вимог ТП обладнання для вимірювання температури, тиску, витрат рідин, газів, сипучих матеріалів, рівня рідин та сипучих матеріалів, вимірювання вологості, базових параметрів води й розчинів, вимірювання складу газів та рідин.

Тема 5. Призначення та класифікація виконавчих пристроїв. Регулюючі органи. Основні параметри виконавчих пристроїв. Розрахунок регулюючих органів. Вибір електроприводів для регулюючих органів.

Тема 6. Призначення та класифікація виконавчих пристроїв. Регулюючі органи. Основні параметри виконавчих пристроїв. Розрахунок регулюючих органів. Вибір електроприводів для регулюючих органів.

Тема 7. Проблеми синтезу децентралізованих систем автоматичного керування. Критерії якості таких систем. Матриця Брістоля (RGA). Інтегрованість. Методи факторної зміни настройок регуляторів (BLT для класичного ПІ-регулятора та за ефективною передавальною функцією для модифікованого ПІ-регулятора).

Тема 8. Перетворення децентралізованої системи автоматичного керування в централізовану за допомогою статичної та динамічної розв'язки. Проблема реалізації компенсуючих ланок для немінальнофазових ОК. Проблема придатності ОК для розв'язки. Проблема зменшення запасу стійкості САК з розв'язкою та стратегії її подолання.

Тема 9. Проблема синтезу централізованих багатовимірних регуляторів. Переваги й недоліки таких регуляторів. Проблема реалізації в розповсюджених пристроях керування.

Тема 10. Системи статичної та динамічної оптимізації. Керування з прогнозом. Багаторівневі системи керування. Проблема стійкості в багаторівневих системах керування.

3 Завдання для самостійного вивчення

Кожна тема вимагає вивчення матеріалу, який не розглядався на лекціях.

Тема 1.

Автоматизація систем типу «Розумний будинок».

Рекомендовані літературні джерела [1,2,5]. Після вивчення сформулювати приклад розв'язку задачі автоматизації будинку з застосуванням бездротової мережі, що містить специфікацію необхідного обладнання.

Тема 2.

Основні показники ефективності технологічних процесів

Рекомендоване літературне джерело [5]. Головні виробничі ключові показники (KPI) та методологія їх виводу приведені в стандарті ISO 22400. Наведіть перелік KPI для довільного технологічного процесу, параметри та технологічна схема якого відомі.

Тема 3.

Сучасні програмні пакети для технологічного розрахунку

Рекомендовані літературні джерела [5,2]. Ознайомитись з документацією таких пакетів як HYSYS, ChemCad, ChemSep та ін. Зробити порівняльний аналіз їх основних можливостей та обмежень.

Тема 4.

Технічні особливості принципів вимірювання давачей. Рекомендоване літературне джерело [2]. Ознайомитись з принципами вимірювання давачів, яки приведені в лекції. Також ознайомтесь з посиланням в конспекті лекцій на статті з Вікіпедії про основні закони фізики, що застосовані при вимірюваннях.

Тема 5.

Пневматичні та гідравлічні виконавчі пристрої

Рекомендовані літературні джерела [1,3]. Ознайомитись з принципами дії та класифікацією пневматичних та гідравлічних виконавчих пристроїв. Знайти опис виконання схем автоматизації з використанням пневматики в літературі та визначити основні принципи виконання таких схем.

Тема 6

Регулятор Резвіка та сучасні модифікації предіктора Сміта.

Рекомендовані літературні джерела [5,2]. Ознайомитись з процедурами синтезу регулятора Резвіка та модифікаціями предіктора, такими як модифікація Хуага, модифікацією для астатичних об'єктів.

Тема 7.

Частотні та базовані на інтегральному критерії методи визначення зв'язності моделей ОК

Рекомендоване літературне джерело [5]. Ознайомитись з методами ERGA, RRA, частотним RGA. Навчитись їх застосовувати на прикладі моделей ректифікаційних колон, приведених в конспекті.

Тема 8.

Проблема стійкості апроксимації ланки запізнення

Рекомендовані літературні джерела [5,2]. Ознайомитись з проблемою стійкості та запасів стійкості відомих апроксимації при застосуванні різної кількості членів ряду.

Тема 9

Поняття крихкості регуляторів. Крихкість матричних регуляторів.

Рекомендовані літературні джерела [1,4]. Ознайомитись з проблемою крихкості регуляторів. Знайти декілька прикладів крихких регуляторів в літературі чи інтернеті. Впевнитись в крихкості за допомогою методів аналізу систем керування.

Тема 10.

Еволюція модельно-прогнозуючих регуляторів

Рекомендовані літературні джерела [3,2]. Розібрати алгоритми DMC та SMOС реалізацій. Продемонструвати переваги й недоліки застосування обох реалізацій. Обґрунтувати чому SMOС реалізація в цілому має забезпечувати кращу якість перехідних процесів.

4 Питання до екзаменаційного контролю та критерії оцінки

1. Принципи автоматизації технологічних процесів
2. Типова та нетипова динаміка технологічних процесів. Приклади нетипової динаміки.
3. Класифікація змінних технологічного процесу з точки зору технолога та спеціаліста з автоматизації
4. Основні задачі, яка досягає автоматизації технологічних процесів
5. Загальні критерії вибору давачей
6. Вимірювання температури й тиску
7. Вимірювання витрати рідин та газів
8. Вимірювання витрати сипучих матеріалів
9. Вимірювання витрат рідин й сипучих матеріалів
10. Вимірювання вологості й базових параметрів рідин й розчинів
11. Вимірювання складу газів й рідин
12. Призначення та класифікація виконавчих пристроїв
13. Основні типи регулюючих органів
14. Основні параметри виконавчих пристроїв
15. Розрахунок регулюючих органів
16. Вибір електроприводів (електричних виконавчих механізмів)
17. Переваги й недоліки регуляторів ПІД-типу. Порівняльний аналіз основних типів регуляторів ПІД-типу
18. Альтернативні до ПІД-регуляторів одноконтурні регулятори
19. Каскадні системи керування. Наведіть приклад такої системи.
20. Критерії якості децентралізованих САК
21. Матриця Брістоля: сфера застосування й обмеження
22. Основні підходи до синтезу регуляторів децентралізованих САК
23. Метод Biggest Log Modulus (BLT)
24. Проблема якісного керування децентралізованих САК за допомогою регуляторів ПІД-типу
25. Метод робастного синтезу децентралізованих САК за допомогою модифікованого ПІ-регулятора
26. Розв'язка. Узагальнена задача. Обмеження розв'язки як методу синтезу САК.

27. Статична й динамічна розв'язка.
28. Переваги й недоліки задачі оптимального керування
29. Переваги й недоліки задачі робастного керування
30. Програмно-технічна реалізація оптимальних й робастних регуляторів
31. Керування з прогнозуванням (MPC)
32. Статична оптимізація технологічних процесів
33. Ступені свободи (DOF і CDOF) технологічних об'єктів

Відповіді на питання оцінюються в 100 балів. Необхідно дати відповіді на всі питання.

Для отримання оцінки “відмінно” студент повинен отримати загальну оцінку 90-100 балів. Необхідно надати повну й докладну відповідь на всі питання з висловлюванням власної думки й оригінальними прикладами.

Для отримання оцінки “добре” студент повинен отримати загальну оцінку 75-89 балів. Необхідно надати достатньо повну відповідь на всі питання, припустимі неточності в викладенні матеріалу.

Для отримання оцінки “задовільно” студент повинен отримати загальну оцінку 60-74 балів. Необхідно надати мінімальну відповідь на всі питання, припустимі негрубі помилки в викладенні матеріалу.

Студент, що набрав менше 60 (шістдесят) балів за загальною оцінкою тестування та практичних завдань, отримує оцінку “незадовільно”. Така оцінки отримується якщо немає відповідей на всі питання або ці відповіді містять грубі помилки.

5 Рекомендована література

1. Ельперін І. В. Автоматизація виробничих процесів. Київ : Ліра – К, 2021.
2. Ладанюк А.П., Заєць Н.А., Власенко Л.О. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування). Київ : Ліра – К, 2020.
3. Васильковский І., Фединець В., Юсик Я. Виконавчі пристрої систем автоматизації. Львів : Львівська політехніка, 2020.
4. Черевко О. І., Кіптела А. В., Михайлов В. М. Автоматизація виробничих процесів. Харків : Харк. Держ. ун-т харчування та торгівлі, 2014.
5. Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування. Київ : Аграрна освіта, 2010. 557 с.
6. Стейнер. К.Тотальна автоматизація. Як комп'ютерні алгоритми змінюють світ = Steiner C. How Algorithms Took Over Our Markets, Our Jobs, and the World. Київ : Наш формат, 2018.
7. Seborg D., Edgar T., Mellichamp D., Doyle F. Process dynamics and control (4th edition). John Wiley & Sons, 2016.
8. Stephanopoulos G. Chemical process control (3rd edition). USA, New Jersey : Prestige Hall, 2015.
9. Bequette P. Process Control. Modeling, Design and Simulation. New Jersey : Prestige Hall, 2003.
10. Luyben W. Process Modeling, Simulation & Control for Chemical Engineers (2nd edition). Singapore : McDraw-Hill, 1996.