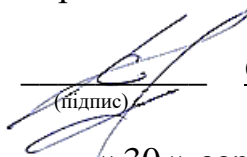


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра мехатроніки та електротехніки (№ 305)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



Сергій Кочук
(ім'я та прізвище)

« 30 » серпня 2024 р.

СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Автоматизовані системи управління технологічними процесами
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і
виробництва»
(найменування спеціалізації)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший бакалаврський

Вводиться в дію з «01» вересня 2024 р.

Харків 2024

Розробник: **професор, д.т.н., доцент Олександр Литвяк**
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри мехатроніки та електротехніки

Протокол № 1 від « 29 » серпня 2024 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Р.М. Тріш
(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Студент гр. 339


(підпис)

Микола Тодоров
(ініціали та прізвище)

Загальна інформація про викладача



ПІБ: Литвяк Олександр Миколайович

Посада: професор кафедри мехатроніки та електротехніки

Науковий ступінь: д.т.н.

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

Експлуатація мехатронних систем

Експлуатація автоматизованих систем

Автоматизовані системи управління виробничих підприємств

Автоматизовані системи управління технологічними процесами

Системи контролю небезпечних виробничих факторів

Напрями наукових досліджень:

Автоматизація технологічних процесів виробничих підприємств

Причини та розвиток автоколивань у автоматизованих системах управління

1. Опис навчальної дисципліни

Форма навчання – денна.

Семестр, в якому викладається дисципліна – 7-й.

Дисципліна – обов'язкова

Загальна кількість годин:

– за навчальним планом – 120 годин/ 4 кредитів ЄКТС;

– аудиторних – 56 год.;

– самостійна робота – 64 год.;

Види занять – лекції – 24 год., практичні – 16 год.; лабораторні – 16 год.

Вид контролю – іспит;

Мова викладання – українська.

Мета: метою вивчення дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами» (АСУ ТП) є освоєння принципів побудови сучасних автоматизованих систем контролю та управління технологічних процесів виробничих підприємств, засвоєння основних методів математичного описування, аналізу і синтезу АСУ комп'ютерно-інтегрованими технологічними процесами.

Завдання: отримання навичок формування структури АСУ ТП, розробки структурних і функціональних схем автоматизації технологічних процесів, побудови математичних моделей динамічних процесів, вирішення задач аналізу та синтезу системи, експериментального дослідження функціональних властивостей системи.

Компетентності, які набуваються:

– здатність виконувати професійні обов'язки за фахом, застосовувати теоретичні знання у практичній діяльності (ЗК1);

– Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел (ЗК5);

– здатність абстрактно представляти та аналізувати технологічний процес як об'єкт управління, складати типові рішення автоматизації та розробляти структурні схеми одномірних, багатомірних та багато каскадних АСУ ТП (ФК2, ФК3; ФК5; ФК14);

– здатність розробляти проектну документацію АСУ ТП у відповідності до стратегії автоматизації виробничого підприємства згідно вимог нормативних документів, з урахуванням нетехнічних (економічних, соціальних, екологічних, охорони праці і пожежної безпеки) аспектів під час формування технічних рішень (ФК8; ФК10; ФК18);

– здійснювати обґрунтування та підбір засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи, аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик (ФК5);

– здатність розробляти, налагоджувати та експлуатувати системи диспетчерського контролю, збору даних та їх архівування для формування бази

даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу (ФК6);

– здатність виконувати налагодження та організовувати грамотну експлуатацію автоматизованих систем контролю та управління технологічних процесів виробничих підприємств (ФК5);

– здатність застосовувати методи математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем АСУ ТП в цілому (ФК1;ФК4);

– здатність застосовувати математичні методи, комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерне інформаційні технології для вирішення завдань аналізу, синтезу та корекції лінійних автоматизованих систем управління ТП (ФК1, ФК9).

– здатність моделювати та аналізувати роботу АСУ ПП з урахуванням наявності нелінійних елементів під час розвитку автоколивачів (ФК16).

Очікувані результати навчання:

– розуміти суть процесів в об'єктах автоматизації, вміти проводити їх аналіз і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними (ПРН04);

– вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для аналізу та синтезу систем автоматичного керування (ПРН05);

– вміти застосовувати методи системного аналізу, ідентифікації та моделювання для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій (ПРН06);

– вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювання та оцінювання їх метрологічних характеристик (ПРН07);

– знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до систем автоматизації та експлуатаційних вимог; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування (ПРН08);

– вміти проектувати багаторівневі системи керування і збору даних для формування бази параметрів технологічного процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу, використовуючи новітні комп'ютерно-інтегровані технології (ПРН09);

– вміти обґрунтовувати вибір структури, розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління та програмно-технічні комплекси на базі мікроконтролерів і промислових логічних контролерів з урахуванням їх надійності та безвідмовного функціонування (ПРН10);

– вміти проектувати, налагоджувати та експлуатувати системи автоматизації виробничих процесів з урахуванням властивостей виробничо-технологічних комплексів та небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

– ПРН12. знати та вміти використовувати зміст і правила оформлення проектних матеріалів АСУ ТП з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів (ПРН11);

– вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання динамічних процесів в АСУ ТП (ПРН13);

– вміти застосовувати системний підхід для врахування нетехнічних (економічних, соціальних, екологічних, охорони праці і пожежної безпеки) складових на формування технічних рішень при проектуванні та експлуатації об'єктів автоматизації (ПРН14);

– вміти аналізувати технологічні процеси, обґрунтовувати закони управління та вибір елементів під час синтезу сучасних автоматизованих систем управління технологічних процесів і мехатронних систем (ПРН18).

– вміти виконувати структурну та параметричну ідентифікацію об'єктів автоматизації, моделювати процеси у складних динамічних системах з урахуванням наявності нелінійних та дискретних елементів (ПРН20);

– вміти виявляти, локалізувати та виправляти помилки в роботі програмних та апаратних засобів систем автоматизації, визначати вимоги до точності роботи систем які розробляються і використовувати методи їх забезпечення (ПРН21);

– Вміти розробляти проектну документацію систем керування технологічними процесами у відповідності до стратегії автоматизації виробничого підприємства (ПРН22).

Пререквізити: – дисципліна базується на знанні вищої математики, фізики, технічної механіки, електротехніки, теорії кіл та електричних сигналів, основ метрології та стандартизації, методів обчислень та комп'ютерного моделювання, теоретичних основ автоматизації.

Кореквізити: – пов'язана з дисципліною Теоретичні основи автоматизації.

Постреквізити: – забезпечує такі дисципліни як: приводи систем автоматизації, інтерфейси та засоби сполучення, основи побудови комп'ютерно-інтегрованих систем управління, технічні засоби автоматизації, проектування систем автоматизації, ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації; експлуатація систем автоматизації; кваліфікаційна робота.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1 (54 год.)

Змістовий модуль 1. АСУ технологічними процесами

Тема 1 (54 год.) АСУ технологічними процесами

Лекції – 12 год., ПЗ – 12 год., СР – 30 год.

Предмет та завдання дисципліни. Терміни та визначення. Структурні схеми АСУ ТП. Аналіз технологічного процесу як об'єкту управління. Стратегія автоматизації. Одномірні, багатомірні та багатокаскадні АСУ ТП. Системи автоматичного контролю та спостереження (САКС) складних технологічних об'єктів та комплексів. Структура САКС. Параметри і характеристики елементів. Диспетчерський контроль і збір даних SCADA на базі промислових контролерів. Правила безпеки та експлуатації. Комп'ютерно-інтегровані системи контролю і управління. Аналіз технологічних процесів сучасних виробничих підприємств, визначення стратегії автоматизації та цифрової трансформації. Розробка функціональної та технічної структури АСУ ТП складних технологічних комплексів. Функціональні схеми автоматиці (ФСА). Розробка та побудова ФСА інтегрованих АСУ ТП згідно вимог ДСТУ Б А.2.4-3:2009, ДСТУ Б А.2.4-3:2009. Підвищення безпеки та захисту АСУ ТП при відмовах.

Перелік лекцій та практичних занять з модулю 1

Лекція 1 Стратегія автоматизації виробничого підприємства

Лекція 2 Функціональні схеми автоматизації технологічних процесів

Лекція 3 Системи автоматизованого контролю та спостереження

Лекція 4 АСУ параметрами технологічних процесів

Лекція 5 АСУ ТП змішування та теплообміну

Лекція 6 АСУ ТП топкових печей та установок штучного охолодження

ПЗ-1 Структурні схеми АСУ ТП

ПЗ-2 Правила побудови ФСА

ПЗ-3 Побудова систем автоматизованого контролю та спостереження

ПЗ-4 Спрощенні функціональні схеми автоматиці

ПЗ-5 Розгорнути функціональні схеми автоматиці

ПЗ-6 Регулятори ТП Danfoss (Модульний контроль 1).

Модуль 2 (66 год)

Змістовий модуль 2 Моделі і методи дослідження АСУ ВП

Тема 2 (66 год.) Моделі і методи дослідження АСУ ВП

Лекції – 12 год., ПЗ – 4 год., ЛБ – 16 год.; СР – 34 год.

Математичний опис динамічних процесів в АСУ. Лінеаризація диференціальних рівнянь. Перетворення Лапласа. Структурно-динамічні схеми АСУ та їх еквівалентні перетворення. Динамічні ланки та динамічні характеристики АСУ ТП. Стійкість та запаси стійкості АСУ. Математичні моделі елементів АСУ ТП Ідентифікація ОУ. Математична оцінка якості регулювання. Статична та динамічна точність АСУ. Синтез АСУ. Визначення

потрібних динамічних параметрів елементів АСУ за критеріями статичної та динамічної якості. Корекція АСУ ТП. Дослідження динамічних процесів у складних АСУ ТП за допомогою прикладних науково-інженерних програм *Mathcad*, *VisSim* та *Simulink MatLab*.

Перелік лекцій, практичних та лабораторних занять з модулю 2

Лекція 7 Математичний опис динамічних процесів в АСУ.

Лекція 8 Характеристики АС.

Лекція 9 Математичні моделі елементів АСУ.

Лекція 10 Стійкість АСУ.

Лекція 11 Аналіз и синтез АСУ.

Лекція 12 Корекція АСУ.

ПЗ-7 Структурно-динамічні схеми АСУ ТП.

ПЗ-8 Математичний опис характеристик елементів АСУ.

ЛЗ-1 (4 год.) *Mathcad* Ідентифікація об'єктів управління.

ЛЗ-2 (4 год.) *VisSim* Дослідження характеристик АСУ.

ЛЗ-3 (4 год.) *VisSim* Дослідження стійкості АСУ.

ЛЗ-4 (4 год.) *VisSim* Синтез та дослідження динаміки складних АСУ.

4. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

5. Методи навчання

Проведення аудиторних занять (лекцій, практичних занять, лабораторних занять, розрахунків), індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами опублікованими кафедрою.

6. Методи контролю

Проведення поточного контролю вивчення дисципліни на лекціях, практичних та лабораторних заняттях, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

7. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

7.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...2	6	0...12
Робота на практичних заняттях	0...4	6	0...24
Модульний контроль 1	0...36	36	0...36
Всього за 1-й змістовний модуль			0...36
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...2	6	0...12

Робота на практичних заняттях	0...4	2	0...8
Робота на лабораторних заняттях	0...8,5	4	0...34
Модульний контроль 2			0...64
Всього за 2-й змістовний модуль			0...64
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

7.2. Якісні критерії оцінювання

Білет для іспиту складається з двадцяти питань, які входять до тестів лекцій і практичних занять, та двох практичних завдань складного та інноваційного рівню. Максимальна кількість балів за одне теоретичне запитання – 3 бала. Максимальна кількість балів за одне практичне завдання – 20 балів.

Необхідний перелік знань для одержання позитивної оцінки:

- основні поняття і принципи побудови АСУ ТП;
- основні положення керівних документів по проектуванню та побудові функціональної структури САКС та АСУ ТП;
- математичний опис типових елементів АСУ ТП;
- математичне представлення типових законів регулювання;

Необхідний перелік умінь для одержання позитивної оцінки:

- використовувати технічну документацію АСУ ТП під час її експлуатації та налагоджені;
- розробляти технічну документацію під час проектування АСУ ТП;
- виконувати аналіз та математичний опис технологічного процесу як ОУ;
- виконувати ідентифікацію об'єктів управління за даними експериментальних досліджень;
- виконувати дослідження статичних і динамічних характеристик під час проектування та експлуатації АСУ ТП за допомогою прикладних програм;
- аналізувати та удосконалювати властивості сучасних АСУ ТП;
- експлуатувати АСУ в складі технологічних та виробничих процесів.

Приклад 1

1. Теоретичні питання:

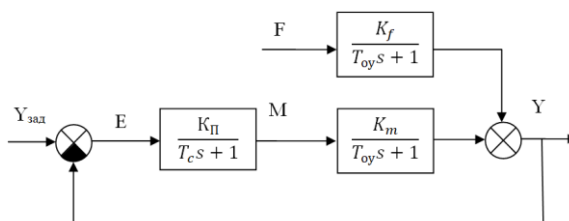
1	Поняття АСУ і САУ	11	Звичайна форма запису ЛДР
2	Регульований параметр	12	Операторна форма запису ЛДР
3	Регулюючий фактор	13	Принцип суперпозиції
4	Регулюючий орган	14	Пропорційні ланки, рівняння динаміки, передатні функції
5	Розгорнута структурна схема замкнутої САР	15	Амплітудно-фазові частотні характеристики (правила знаходження)
6	Типове рішення автоматизації	16	Самовирівнювання та інерційність ОУ
7	СС багатомірної АСУ з одним РФ	17	Розгінні характеристики та передатні функції типових ОУ
8	Технологічне обладнання на ФСА	18	Поняття закону регулювання.
9	Зображення ВМ та РО на ФСА	19	Математична оцінка статичної точності АСУ
10	Прилади сигналізації на ФСА	20	Запас стійкості по критерію Найквіста

Практичне завдання 1 (20 балів)

Розробити типове рішення автоматизації, та спрощену ФСА стабілізації рівня рідини у технологічному апараті «бак-реактор». Подача рідини в бак здійснюється відцентровим насосом. Передбачити: контроль рівня рідини і тиску в апараті, контроль температури вхідної і вихідної речовини. Сигналізацію про мінімальній та максимальний рівень рідини в апараті. У випадку аварії передбачити припинення подачі рідини у бак.

Практичне завдання 2 (20 балів)

1. Визначити закон регулювання та статичну помилку САР під час дії сигналу $33 \bar{f}_1 = 0,1$ та $\dot{\bar{f}}_2 = 0.01$. Надати обґрунтовані рекомендації по зменшенню, або усуненню помилці.



7.3 Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі практичні заняття. На базі отриманих знань знати шляхи розв'язування типових завдань за фахом.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум. Своєчасно виконувати та захищати усі практичні заняття в обумовлені викладачем терміни. На базі отриманих знань вміти розв'язувати прості завдання та надавати пропозиції що до вирішення складних завдань що виникають у процесі експлуатації МС.

Відмінно (90-100). Вільно володіти у повному обсязі мінімумом. Своєчасно виконувати та захищати усі практичні заняття в обумовлені викладачем терміни з обґрунтуванням прийнятих рішень та оформленням з

дотриманням вимог ЄСКД. На базі отриманих знань вміти розв'язувати складні та інноваційні завдання що виникають у процесі експлуатації МС.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

8. Політика навчального курсу

Політика навчального курсу цілком спрямована на виховання відповідальності здобувача за відвідування занять та підготовку до них, самостійне, своєчасне та якісне виконання завдань. З цією метою

- не передбачається підвищення отриманих балів протягом семестру (від балів можна відмовитися перед екзаменом або захистом модулю);
- звіти, що подані несвоєчасно, оцінюються не віще «задовільно»;
- якщо здобувач має поважну причину пропуску занять, те звіт можна подати викладачу у часи консультацій.

9. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами виробничих підприємств»
https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1EJnjId0WEE22OjkTR3pHPvMQ1H7y_6I2.
2. Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва» за спеціальністю 174 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» для підготовки магістрів. 2024р.
<https://khai.edu.ua/education/osvitni-programi-i-komponenti/osvitni-programi-magistriv/osvitno-profesijni-programi88/komp%e2%80%99yuterno-integrovaniteh/osvitno-profesijni-programi147/>
3. Навчально-методичний комплекс дисципліни:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8763>

10. Рекомендована література

Базова

1. ДСТУ Б А.2.4-16:2008 Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах.
2. ДСТУ Б А.2.4-3:2009 Правила виконання робочої документації автоматизації Автоматизовані системи управління технологічного процесу в хімічних

виробництвах : курс лекцій / Уклад. Л.В. Борисова. — Х. : НУЦЗУ, 2015 . — 98 с.

3. Бобух А.О. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: навч. посібник / А.О. Бобух. — Харків, ХНАМГ, 2006. — 185 с.
4. Гіроль, М.М. Техногенна безпека: підручник / М.М. Гіроль, Л.Р. Ниник, В.Й. Чабан. — Рівне: УДУВГП, 2004. — 452 с.
5. технологічних процесів.
6. Романенко В.Д. Методи автоматизації прогресивних технологій: Підручник. - К.: Вища шк., 1995. - 519с.
7. Руденко О. Г., Бодянський Є. В. Штучні нейронні мережі: навчальний посібник. — Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. — 404с.
8. Ямпольський Л. С., Лавров О.А. Штучний інтелект у плануванні та управлінні виробництвом. — К.: Вища школа, 1995. — 255с.

Допоміжна

1. Комар С. В., Литвяк О. М., Ященко В. Ж., Спіркін Є. В. Характеристики динамічних ланок та закони регулювання. Навчально-методичний посібник / Харків, ХНУПС. 2024. 43 с.
2. Основи цифрових систем/ І.П.Барбаш та інш. — Підручник.-Харків: Нац. аерокосмічний ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2002.-672 с.
3. Основи діагностики цифрових систем [Текст] : підручник / В.С. Харченко, Є.А. Артеменко, М.П. Благодарний, В.М. Ілюшко та інш. — Х.: Нац. аерокосм. ун-т —Харк. авіац. ін-т, 2004. — 665 с.

11. Інформаційні ресурси

Сайт університету: <http://www.khai.edu>

Сайт кафедри: <http://www.k305.edu>