

Силабус курсу:

ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ



СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Ступінь вищої освіти:	бакалавр
Спеціальність:	174 Автоматизація ,комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Рік підготовки:	2
Семестр викладання:	осінній, весняний
Кількість кредитів ЄКТС:	10,5
Мова(-и) викладання:	українська
Вид семестрового контролю	іспити

Автор курсу та лектор:

д.т.н., професор Поркуян Ольга Вікторівна

вчений ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я та по-батькові

професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих систем управління

п.сад

porkuian@snu.edu.ua

електронна адреса

(06452) 4-03-42

телефон

месенджер

310 УК за розкладом

консультації

Викладач лабораторних та практичних занять:

к.т.н., доцент Сотнікова Тетяна Геннадіївна

вчений ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я та по-батькові

доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих систем управління

п.сада

sotnikova@snu.edu.ua

електронна адреса

+380502183984

телефон

месенджер

111 ЛК за розкладом

консультації

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № _____ від _____ 2021

Анотація навчального курсу

Цілі вивчення курсу:

Метою викладання навчальної дисципліни “Теорія автоматичного керування” є формування бази знань, в області створення і функціонування систем автоматичного керування технічними та технологічними об'єктами, та вмінь виконувати розрахунки і аналіз параметрів таких систем.

Метою лабораторних занять за дисципліною є набуття знань та навичок роботи з лабораторним устаткуванням, закріплення теоретичних знань, проведення досліджень алгоритмів і формулювання особистих висновків, формування самостійності мислення, розвиток дослідницьких вмінь.

Метою самостійної роботи є систематизація і закріплення отриманих теоретичних знань і практичних навичок здобувачів вищої освіти; формування вмінь використовувати нормативну і спеціальну літературу; розвиток пізнавальних здібностей.

Предметом дисципліни є теоретичні основи систем автоматичного керування.

Завдання дисципліни – вивчення сучасних підходів до аналізу існуючих і проектування нових систем автоматичного керування, набуття навичок створення і розрахунків цих систем.

Результати навчання:

- знання основних положень теорії автоматичного керування, моделі, методи дослідження та синтезу автоматичних систем різних типів;
- буде мати уявлення про використання основних положень теорії автоматичного керування в науці і техніці;
- вміння проводити аналіз і синтез сучасних систем автоматичного керування;
- вміння користуватися програмними засобами дослідження та розрахунку систем автоматичного керування.

Передумови до початку вивчення:

відсутні.

Мета курсу (набуті компетентності)

В наслідок вивчення даного навчального курсу здобувач вищої освіти набуде наступних компетентностей:

1. Здатність проводити аналіз і синтез сучасних систем автоматичного керування;
2. Здатність до постановки задачі, які можна вирішувати за допомогою сучасних приладів та засобів автоматизації.
3. Здатність користуватися програмними засобами дослідження та розрахунку систем автоматичного керування

Структура курсу осінній семестр

№	Тема	Години (Л/ЛБ)	Стислий зміст	Інструменти і завдання
1.	<u>Предмет і завдання курсу.</u>	3/4	Місце ТАУ в системі наук. Сутність автоматичного керування. Основні визначення. Цілі автоматичного управління. Принципи автоматичного управління. Види впливів на САК. Режими роботи САК. Вимоги до САК. Класифікація САК. Узагальнена функціональна схема САК. Приклади САК.	Презентація, доповідь, опитування, виконання завдань. <u>Стенд Festo</u>
2.	<u>Математичні моделі САК.</u>	3/6	Математичний опис в змінних вхід - вихід. Стандартна форма запису диференціальних рівнянь САК. Операційний метод опису лінійних САК. Основні властивості перетворення Лапласа. Передавальна функція. Властивості і особливості передавальної функції. Лінеаризація рівнянь САК. Часові характеристики. Частотні характеристики. Логарифмічні частотні характеристики. Співвідношення взаємозв'язку характеристик САК між собою і передавальною функцією. Математичний опис САК в змінних стану. Стандартна форма запису рівнянь стану.	Презентація, доповідь, опитування, виконання завдань. <u>Стенд Festo</u>
3.	<u>Структурні схеми САК.</u>	4/4	Позначення в структурних схемах. Передавальні функції типових з'єднань ланок. Додаткові правила перетворення структурних схем. Визначення передавальних функцій замкнутої САК по її структурній схемі.	Презентація, доповідь, опитування, виконання завдань. <u>Стенд Festo</u>
4.	<u>Типові ланки САК і їх характеристики.</u>	3/6	Пропорційна ланка. Інтегруюча ланка. Диференціююча ланка. Аперіодична ланка першого порядку. Форсуюча ланка. Коливальна ланка. Ланка з запізненням.	Презентація, доповідь, опитування, виконання завдань. <u>Стенд Festo</u>
5.	<u>Стійкість САК.</u>	3/4	Поняття, види і загальна умова стійкості. Алгебраїчні критерії стійкості. Частотні критерії стійкості. Критерій Михайлова. Критерій Найквіста. Визначення стійкості по логарифмічних частотних характеристиках. Порівняльна оцінка критеріїв стійкості. Запаси стійкості. Вплив величини передавального коефіцієнта розімкненого контуру САК на її стійкість в замкнутому стані.	Презентація, доповідь, опитування, виконання завдань. <u>Стенд Festo</u>
6.	<u>Якість САК.</u>	3/6	Оцінка якості в усталеному та перехідному режимах. Коефіцієнти помилок. Структурні умови астатизму систем, засоби підвищення його порядку. Показник коливальності, смуга пропускання, частота зрізу, запаси стійкості за модулем та фазою. Оцінка якості при різних типах вхідних дій. Кореневі методи оцінки якості. Кореневий годограф. Інтегральні оцінки	Презентація, доповідь, опитування, виконання завдань. <u>Стенд Festo</u>

№	Тема	Години (Л/ЛБ)	Стислий зміст	Інструменти і завдання
			якості керування. Поняття про чутливість САК.	
7.	<u>Корекція автоматичних систем керування.</u>	3/4	Підвищення якості та синтез лінійних систем керування. Типові закони керування та їх вплив на якість САК. Корекція САК, послідовні та паралельні корегуючі пристрої. Синтез корегуючих пристроїв за ЛАЧХ та кореневим годографом. Умова інваріантності лінійних систем в просторі стану, абсолютна та часткова інваріантність. Засоби побудовання інваріантних систем. Поняття управління. Поняття спостереження. Дуальний зв'язок між управлінням та спостереженням.	Презентація, доповідь, опитування, виконання завдань. <i>Стенд Festo</i>
8.	<u>Синтез систем автоматичного регулювання.</u>	3/4	Синтез найпростіших АСР (синтез АСР 1-го порядку, синтез АСР 2-го порядку). Синтез АСР із застосуванням інтегральних оцінок якості регулювання (вибір інтегральної оцінки, обчислення інтегральних оцінок, визначення параметрів АСР, що мінімізують інтегральні оцінки). Синтез АСР за допомогою корневих оцінок якості регулювання. Частотні методи синтезу АСР. Синтез АСР за бажаною передавальною функцією. Синтез систем із запізненням.	Презентація, доповідь, опитування, виконання завдань. <i>Стенд Festo</i>
9.	<u>Загальна характеристика дискретних систем.</u>	3/4	Математичний опис дискретних систем. Форми квантування сигналів в ДСАК. Математичний опис процесу квантування. Елементи та вузли імпульсної САК. Дискретне перетворення Лапласа. Поняття z-перетворення. Частотні характеристики дискретних систем. Поняття про імпульсні системи автоматичного керування. Види модуляції сигналів. Розімкнені імпульсні системи. Замкнені імпульсні системи. Структура і рівняння амплітудно-імпульсного модулятора. Структура і рівняння частотно-імпульсного модулятора. Структура і рівняння широтно-імпульсного модулятора. Аналіз і синтез дискретних систем. Загальні умови та критерії стійкості ДСАК. Аналіз якості ДСАК в усталеному та перехідному режимах. Методи корекції та синтезу ДСАК. Синтез ДСАК з фіксованою структурою. Синтез ДСАК за неперервною моделлю.	Презентація, доповідь, опитування, виконання завдань. <i>Стенд Festo</i>

Структура курсу весняний семестр

№	Тема	Години (Л/ЛБ/ПЗ/ КР)	Стислий зміст	Інструменти і завдання
10.	<u>Випадкові процеси та їх основні характеристики.</u>	4/4/2/5	Кореляційні функції та спектральні щільності випадкових процесів. Зв'язок між кореляційними функціями та спектральними щільностями випадкового процесу на вході та виході лінійної системи керування. Розрахунок лінійних систем при випадкових діяннях. Визначення усталеної та динамічної помилок. Перетворення випадкових впливів лійними динамічними системами. Перетворення випадкових впливів лінійної стохастичною системою. Синтез лінійних систем з мінімальною середньою квадратичною похибкою при випадкових вхідних діях. Структурна схема системи керування при наявності випадкового сигналу. Поняття синтезу системи при випадкових діях. Задачі синтезу системи при випадкових діях. Синтез при заданій структурі системи керування. Синтез при довільній структурі системи керування. Оптимальний фільтр Вінера. Оптимальний фільтр Калмана-Б'юсі. Випадкові процеси в лінійних імпульсних системах. Поняття дискретного випадкового процесу. Характеристики стаціонарного ергодичного випадкового процесу. Дискретна кореляційна функція та її властивості. Спектральна щільність дискретного випадкового процесу та її зв'язок з кореляційною функцією. Дискретна спектральна щільність системи керування.	Презентація, доповідь, опитування, виконання завдань. <u>Сменд Festo</u>
11.	<u>Основи теорії нелінійних САК.</u>	2/4/2/5	Основні типи нелінійних елементів та їх характеристики. Математичні моделі нелінійних систем. Форми руху в нелінійних системах. Лінійна консервативна система другого порядку. Нелінійна система керування з сухим кулоновським тертям. Система керування з від'ємною відновлюючою силою. Лінійна коливальна система з в'язким тертям. Автоколивання. Наближене дослідження автоколивань. Системи зі змінною структурою. Методи досліджень нелінійних систем: метод фазового простору і фазових траєкторій, метод кінцевих прирощень, метод крапкових перетворень, метод припасовування. Метод еквівалентної лінеаризації. Дослідження періодичних режимів методом гармонійного балансу.	Презентація, доповідь, опитування, виконання завдань. <u>Сменд Festo</u>
12.	<u>Стійкість нелінійних</u>	2/4/2/5	Стійкість в малому, великому і цілому.	Презентація,

№	Тема	Години (Л/ЛБ/ПЗ/ КР)	Стислий зміст	Інструменти і завдання
	<u>систем.</u>		Другий (прямий) метод Ляпунова. Абсолютна стійкість. Частотний критерій абсолютної стійкості В.М.Попова. Ковзний режим. Лінійна корекція нелінійних систем. Логарифмічні характеристики нелінійних елементів при симетричних коливаннях. Симетричні періодичні режими роботи в нелінійних системах. Синтез нелінійних систем зі заданими значеннями амплітуди та частоти автоколивань. Перехідні процеси в нелінійних системах. Синтез методом зворотної задачі динаміки. Синтез систем зі змінною структурою.	доповідь, опитування, виконання завдань. <u>Стенд Festo</u>
13.	<u>Основи теорії оптимальних САК.</u>	2/2/2/5	Загальна постановка та класифікація задач оптимального управління. Критерії оптимальності. Метод множників Лагранжа. Рівняння Ейлера. Правила множників Лагранжа. Принцип максимуму Понтрягіна. Задачі максимальної швидкодії, теорема про "n"-інтервалів. Метод динамічного програмування. Рівняння Белмана. Методи синтезу систем оптимального управління з зворотними зв'язками. Синтез оптимальної за швидкістю системи. Синтез лінійних та релейних систем, оптимальних за мінімумом інтегральних квадратичних відхилень при обмеженні керуючої дії.	Презентація, доповідь, опитування, виконання завдань. <u>Стенд Festo</u>
14.	<u>Класифікація адаптивних систем.</u>	2/4/2/5	Принципи побудування пошукових систем, самоналагоджувальних систем. Системи з еталонними моделями і адаптацією в незвичайних режимах. Принципи ідентифікації динамічних властивостей об'єктів керування. Ідентифікація. Різні види ідентифікаторів. Градієнтний ідентифікатор. МНК-ідентифікатор. Порівняння методів отримання оцінки.	Презентація, доповідь, опитування, виконання завдань. <u>Стенд Festo</u>
15.	<u>Заключення. Основні задачі та тенденції подальшого розвитку теорії управління.</u>	2/4/4/5	Перспективи використання засобів обчислювальної техніки для проектування та побудування САК. Використання основних положень теорії управління с спеціальної інженерній підготовці.	Презентація, доповідь, опитування, виконання завдань. <u>Стенд Festo</u>

Рекомендована література

1. Теория автоматического управления. Ч.1, 2. /Под ред. А.А.Воронова. – М.: Высш. шк., 1986. -367с.
2. Айзерман М.А. Теория автоматического регулирования. – М.: Наука, 1966. – 452 с.
3. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т.1, 2.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.-464с.
4. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Ч.1, 2.-СПб: Питер, 2005.-336 с.
5. Сорока К.О. Теорія автоматичного керування.– Харків, ХНАМГ, 2006 – 187 с.
6. Полоцкий Л. М. , Лапшенков Г. И. Автоматизация химических производств. Теория, расчет и проектирование систем автоматизации. - М. : Химия, 1982. - 296 с.
7. Перов В. Л. Основы теории автоматического регулирования химико-технологических процессов. - М. : Химия, 1970. - 352 с.
8. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. – М.: Машиностроение, 1978. – 736 с.
9. Расчет автоматических систем /Под ред А.В. Фатеева. – М.: Высш.шк., 1973. – 336 с.
10. Заде А., Дезоер Ч. Теория линейных систем. Пер. с англ. – М.: Наука, 1970. – 703 с.
11. Васильев Д.В., Чуич В.Г. Системы автоматического управления (примеры расчета) – М.: Высш.шк., 1967. – 419 с.
12. Клюев А.С. Автоматическое регулирование. – М.: Энергия, 1973. – 392 с.
13. Макаров И.М., Менский Б.М. Линейные автоматические системы. – М.: Машиностроение, 1982. – 504 с.

Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
3. Методичні вказівки до виконання практичних занять.
4. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи студентами заочної форми навчання.

Оцінювання курсу

За повністю виконані завдання студент може отримати визначену кількість балів:

Інструменти і завдання	Кількість балів
Участь в обговоренні	20
Тести	25
Індивідуальні завдання	25
Залік	30
Разом	100

Шкала оцінювання студентів

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Політика курсу

Плагіат та академічна доброчесність:

Дотримання академічної доброчесності студентами передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

Порушенням академічної доброчесності вважається: академічний плагіат - оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства;

самоплагіат - оприлюднення (частково або повністю) власних раніше опублікованих наукових результатів як нових наукових результатів;

фабрикація - вигадкування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі або наукових дослідженнях;

фальсифікація - свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються освітнього процесу чи наукових досліджень;

списування - виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання, зокрема під час оцінювання результатів навчання.

За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до такої академічної відповідальності:

- повторне проходження оцінювання (контрольна робота, іспит, залік тощо);

- повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньої програми

Завдання і заняття:

Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу. Всі завдання, передбачені програмою курсу мають бути виконані своєчасно і оцінені в спосіб, зазначений вище.

Поведінка в аудиторії:

На заняття студенти вчасно приходять до аудиторії відповідно до діючого розкладу та обов'язково мають

дотримуватися вимог техніки безпеки. Під час занять студенти:

- не вживають їжу та жувальну гумку;
 - не залишають аудиторію без дозволу викладача;
 - не заважають викладачу проводити заняття.

Під час контролю знань студенти:

- є підготовленими відповідно до вимог даного курсу;
- розраховують тільки на власні знання (не шукають інші джерела інформації або «допомоги» інших осіб);
- не заважають іншим;
- виконують усі вимоги викладачів щодо контролю знань.