

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем

Кафедра Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій і телекомунікацій



Декан факультету програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем

О.С. Савенко

2020 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна Теорія автоматичного керування

Освітньо-професійна програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Бойко Юлій Миколайович
Профайл викладача	https://scholar.google.com/citations?user=mQZIGOcAAAAJ&hl=ru 0
Е-майл викладача(ів)	boiko_julius@ukr.net
Контактний телефон	0679349960
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=6509
Консультації	Очі: вівторок, 4-а пара, 4-236; середа, 2-а пара, 4-326; он-лайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проєкт	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
						Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС			Залік	Іспит
				Кредити ЕКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
О	Д	3	6	6	180	85	34	34	17	-	95	+	-	-	+

Анотація навчальної дисципліни

Дисципліна «Теорія автоматичного керування» є однією із обов'язкових дисциплін і займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. Дисципліна викладається для студентів денної форми навчання першого (бакалаврського) рівня спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема оглядові лекції, елементи комп'ютерного моделювання тощо.

Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни. Метою навчальної дисципліни є вивчення студентами основних положень "Теорії автоматичного керування", засвоєння теоретичних знань щодо закономірностей функціонування систем автоматичного керування, понять та принципів теорії автоматичного керування її математичного опису, вимог до показників стійкості та якості систем автоматичного керування, синтезу та аналізу систем автоматичного керування, особливостей реалізації нелінійних, багаторівневих, цифрових, адаптивних систем автоматичного керування, методики їх проектування та опису.

Завдання дисципліни. Формування загальних та спеціальних компетентностей щодо вивчення систем автоматичного керування та їх елементів, формування фундаментальних знань з теорії автоматичного керування та регулювання; статичні та динамічні системи автоматичного керування; типових елементів систем автоматичного керування; передаточних функцій і частотних характеристик; принципів роботи та рівнянь програмних, сліdkуючих систем автоматичного керування; методів оцінювання стійкості систем автоматичного керування; алгебраїчних та частотних критеріїв стійкості; набуття навичок експериментальних досліджень з метою оцінки якості функціонування систем автоматичного керування, а також їх синтезу, аналізу та проектування для систем автоматизації.

Пререквізити: Фізика; Числові методи; Теорія ймовірності, математична статистика та випадкові процеси; Електротехніка та електроніка; Комп'ютерна електроніка та мікропроцесорна техніка; Системний аналіз, моделювання процесів та систем; Програмування мікропроцесорних систем керування.

Кореквізити: Автоматизація технологічних процесів та виробництв; Проектування систем автоматизації та системи автоматизації проєктувальних робіт; Кваліфікаційна робота.

Очікувані результати навчання.

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: **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; **вміти** застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування; **вміти** застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій; **вміти** виконувати роботи з проектування систем автоматизації, **знати** зміст і правила оформлення проєктних матеріалів, склад проєктної документації та послідовність виконання проєктних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

Тематичний план дисципліни і календар його виконання.

Таблиця 3 – Тематичний план дисципліни

№ тижня	Тема лекції*	Тема практичного заняття*	Тема лабораторного заняття*	Самостійна робота студентів		
				Зміст	Год.	Література
1	2	3	4	5	6	7
1	Загальні відомості про системи автоматичного керування. Вступ. Основні елементи систем автоматичного керування. Види систем автоматичного керування.	-	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 1	4	[1, с. 7-12; 2, с. 7-15]
2	Види систем автоматичного керування. Принципи автоматичного керування. Комбіновані системи автоматичного керування. Зворотні зв'язки та основні елементи систем автоматичного регулювання. Загальні відомості про елементи САК та їх класифікація.	Розрахунок динамічних характеристик систем автоматичного керування. Функція ваги. Перехідна функція. Передаточна функція. Перетворення Лапласа.	Дослідження характеристик перехідного процесу у системі автоматичного керування	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 1, підготовка до захисту ЛБ 1	5	[1, с. 10-12; 3, с. 10-17]
3	Теорія автоматичного керування і регулювання. Основні завдання і особливості теорії автоматичного керування. Короткі історичні відомості про розвиток теорії автоматичного керування.	-	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 1, підготовка до захисту ЛБ 2	5	[1, с. 5-7; 3, с. 7-9]

4	Статика та динаміка систем автоматичного регулювання. Умови статичної рівноваги і статичні характеристики ланок. Статична похибка і коефіцієнт передачі. Форми запису рівнянь статички. Методика дослідження та рівняння динаміки САК. Послідовне з'єднання ланок. Паралельне з'єднання ланок. Ланки із зворотним зв'язком Лінеаризація нелінійних рівнянь. Принципи формування рівнянь динаміки.	Розрахунок динамічних характеристик систем автоматичного керування. Функція ваги. Перехідна функція. Передаточна функція. Перетворення Лапласа.	Дослідження вимірвальних елементів систем автоматичного регулювання	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 1, підготовка до захисту ЛБ 2	6	[1, с. 16-24; 2, с.20-22]
5	Математичний опис лінійних стаціонарних систем автоматичного керування. Передаточна функція і частотні характеристики. Передаточні функції, перехідна функція, функція ваги. Визначення операторного коефіцієнту передачі. Типи рівнянь динаміки, передаточні функції та амплітудно-фазові частотні характеристики групи ланок при різному їх з'єднанні. Логарифмічні частотні характеристики.	-	Дослідження типових ланок систем автоматичного керування	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 2, підготовка до захисту ЛБ 3	5	[1, с. 35-47; 2, с.38-44]
6	Структурні схеми систем автоматичного керування. Правила структурних перетворень. Формування структурних схем систем автоматичного керування. Виконання правил структурних перетворень. Графи і їх використання в теорії автоматичного керування.-	Розрахунок динамічних характеристик систем автоматичного керування. Функція ваги. Перехідна функція. Передаточна функція. Перетворення Лапласа.	Побудова частотних передавальних функцій типових ланок в середовищі МATHCAD	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 2, підготовка до захисту ЛБ 4	6	[1, с.63-73, 3, с. 27-33]
7	Типові ланки систем автоматичного керування. Схемотехніка типових ланок САК. Передаточні функції та частотні характеристики типових ланок САК. Синтез систем автоматичного керування за типовими ланками САК.	-	Ознайомлення з принципом дії регулятора типу TRM251-Щ1.PPP	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 2, підготовка до захисту ЛБ 5	5	[1, с. 47-63; 2, с.56-68]

	Мінімально-немінімально фазові ланки					
8	Рівняння, передаточні функції та частотні характеристики систем автоматичного керування. Рівняння, частотні характеристики та передаточні функції систем автоматичного керування. Рівняння динаміки систем стабілізації.	Частотні передавальні функції. Перетворення Фур'є. Розрахунок частотних характеристик САК.	Дослідження системи автоматичного регулювання на основі регулятора "ОВЕН" СП307-Б з емулятором печі типу ЕП10 і ПІД-регулятором багатфункціональним ТРМ251-Щ1.РРР	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 2, підготовка до захисту ЛБ 6	6	[1, с. 73-78; 2, с.88-96]
9	Рівняння та характеристики слідкуючих (програмних) систем автоматичного керування. Передаточні функції слідкуючих систем. Багатовимірні системи та методи зміни стану. Приклади знаходження рівняння динаміки слідкуючих систем.	-	Ознайомлення з принципами управління приводом перетворювача частоти АBB ACS150	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 2, підготовка до захисту ЛБ 7	6	[2, с. 107-111]
10	Стійкість неперервних лінійних систем автоматичного керування. Поняття стійкості у теорії автоматичного керування. Визначення стійкості САК за Ляпуновим. Методика дослідження та аналізу стійкості САК за коренями характеристичного рівняння. -	Частотні передавальні функції. Перетворення Фур'є. Розрахунок частотних характеристик САК.	Вивчення принципів керування асинхронними двигунами АBB M2AA112 MB-1 та M2AA132 MA-6 за допомогою приводу перетворювача частоти АBB ACS150	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 3 підготовка до захисту ЛБ 8	6	[1, с. 78-81; 5, с. 123-145]
11	Алгебраїчні критерії стійкості. Загальні питання щодо застосування алгебраїчних критеріїв стійкості. Критерій стійкості САК Рауса-Гурвіца. Критерій стійкості САК Льєнара-Шіпара. Критерій стійкості САК Вишнеградського. Приклади дослідження САК за алгебраїчними критеріями.	-	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 3, підготовка до захисту ЛБ 8	5	[1, с. 81-84; 4, с. 125-138].
12	Частотні критерії стійкості. Критерій стійкості Михайлова. Дослідження стійкості методом D-розбиття. Критерій стійкості САК Найквіста. Дослідження стійкості за АЧХ та ФЧХ розімкненої САК. Визначення стійкості систем із запізненням.	Розрахунок структурних схем систем автоматичного керування. Знаходження передавальних функцій САК за структурною схемою. Правила структурних перетворень.	Дослідження стійкості систем автоматичного керування за ЛАЧХ та ФАЧХ	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 3, підготовка до захисту ЛБ 9	6	[1, с. 84-90; 4, с. 180-198]
13	Якість лінійних	-	Дослідження стійкості	Опрацювання	6	[1, с.

	неперервних систем автоматичного керування. Якість САК. Загальні відомості про якість. Використання рівняння незбурених коливань для дослідження якості САК. Наближені методи оцінювання якості. Знаходження помилок систем автоматичного регулювання.		та точності цифрових систем автоматичного керування	лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 3, підготовка до захисту ЛБ 10		127-148; 4, с. 180-198]
14	Підвищення якості САК. Напрямки підвищення точності керування. Закони регулювання: пропорційне регулювання, інтегральне регулювання, іздромне регулювання, диференціальне регулювання, пропорційно – інтегрально – диференціальне регулювання. Регулятори: П-регулятор, ПІ-регулятор, ПД-регулятор, ІД-регулятор, ПІД-регулятор. Ведення астатизму і керування за похідними. Точність САК в усталених режимах.	Розрахунок структурних схем систем автоматичного керування. Знаходження передавальних функцій САК за структурною схемою. Правила структурних перетворень.	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 4, підготовка до захисту ЛБ 10	6	[1, с. 155-157; 6, с. 110-150]
15	Нелінійні системи автоматичного керування. Загальні відомості. Математичні моделі нелінійних систем автоматичного керування. Стійкість, динаміка та лінеаризація нелінійних систем автоматичного керування.	-	Дослідження нелінійних систем автоматичного керування	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 4, підготовка до захисту ЛБ 11	6	[1, с. 162-188; 4, с. 130-142]
16	Дискретні системи автоматичного керування. Класифікація дискретних систем автоматичного керування. Математичний апарат опису дискретних систем автоматичного керування. Стійкість імпульсних САК. Цифрові системи автоматичного керування.	Розрахунок стійкості систем автоматичного керування. Розрахунок стійкості за коренями характеристичного рівняння. Алгебраїчні критерії стійкості. Визначник Гурвіца. Критерій стійкості Вишнеградського. Частотні критерії стійкості. Визначення стійкості методом Михайлова. Критерій стійкості Найквіста. Оцінка стійкості по	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 5, підготовка до захисту ЛБ 11	6	[1, с. 188-217; 6, с. 151-168]

		логарифмічним частотним характеристикам.				
17	Оптимальні та адаптивні системи автоматичного керування. Основні завдання оптимального керування САК. Аналітичне конструювання оптимальних регуляторів. Варіаційне числення, динамічне програмування. Цифрові регулятори. Принципи адаптивного керування. Поняття про екстремальні САК. Безпошукові адаптивні системи. Система з еталонною моделлю.	Оцінка точності САК за випадкових впливів. Кореляційна функція. Середньоквадратична помилка. Дисперсія. Визначення порядку астатизму САК. Синтез систем автоматичного керування. Методика вибору моделі регулятора. Комбінована методика пошуку параметрів регулятора.	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ПР 6	6	[2, с. 80-94; 11, с. 456-492; 1, с. 217-251; 4 с. 156-165]

Політика дисципліни.

Організація освітнього процесу в Університеті відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітньої програми та навчального плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції і практичні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, курсову роботу та інші домашні завдання виконувати відповідно до графіка. Пропущене практичне заняття студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До практичних занять студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність. Набуті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перерахування результатів навчання у ХНУ (<http://khnu.km.ua/root/files/01/06/03/006.pdf>).

Критерії оцінювання результатів навчання.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з урахуванням коефіцієнта вагомості і встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування; засвоєння теоретичного матеріалу з тем перевіряється тестовим контролем; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом розв'язання задач та захисту курсового проекту. Оцінка, яка виставляється за практичне заняття, складається з таких елементів: знання теоретичного матеріалу з теми; вміння студента обґрунтувати прийняті рішення та розв'язувати задачі; своєчасне виконання домашніх завдань з теми.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота			Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль
Захист лабораторної роботи №:			Розв'язок практичних задач:		Підсумковий контрольний захід
1	2	3	TK1	TK2	
BK:			0,20		0,4
			0,15		0,25

Передбачено *курсний проект*, на який виноситься виконання індивідуального завдання на тематику „Проектування систем та пристроїв автоматичного керування” із захистом його на 13-17-ому тижнях. Керівництво самостійною роботою та контроль за виконанням індивідуального завдання здійснює викладач згідно з розкладом консультацій у позаурочний час.

Тема КП: Автоматизована система вимірювання висоти

Індивідуальні завдання утворюються в залежності від порядкового номеру студента у списку групи, тематичних пропозицій керівника курсового проекту та пропозицій студентів.

Уточнення завдання і виконання КП проводиться в наступному порядку:

Перелік питань для розробки та вихідні дані на проектування:

1. Системи автоматизованого керування. Пропорційний регулятор.
2. Розрахунок параметрів САК:
 - визначення передаточних функцій за структурною схемою САК (за варіантом);

- визначення стійкості САК за критерієм Найквісту, ЛАЧХ (ЛФЧХ) (за варіантом);
 - визначення показників якості та точності САК (за варіантом).
3. Розробка автоматизованої схеми керування висотоміром.
Технічні характеристики:
- мікроконтролер АТmega328P;
 - тактова частота 16 МГц;
 - робоча напруга 5В;
 - Flash-пам'ять 32КБ;
 - SRAM 2КБ
 - барометричний датчик (BMP-280);
 - модуль радіозв'язку (NRF2401);
 - виведення інформації LCD дисплей
4. Побудувати схеми електричну структурну, електричну функціональну та електричну принципову розробленого пристрою чи системи автоматичного керування.
- Перелік матеріалів для захисту:
1. Пояснювальна записка з курсового проектування із розрахунками за варіантом.
 2. Схема електрична структурна розрахованої системи автоматичного керування.
 3. Схема електрична (функціональна) розробленого пристрою (системи) автоматичного керування.
 4. Схема електрична принципова розробленого пристрою (системи) автоматичного керування.
 5. Документація до схеми електричної принципової (перелік елементів).
 6. Відомість курсового проекту.

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з двадцяти п'яти тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 25. Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою. Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту, представлена у нижченаведеній таблиці.

Сума балів за тестові завдання	1–13	14–16	17–22	23–25
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 30 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЕКТС

Оцінка ЕКТС	Інституційна шкала балів	Інституційна оцінка	Критерії оцінювання	
A	4,75-5,00	5	<i>Зараховано</i>	Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків.
B	4,25-4,74	4		Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками.
C	3,75-4,24	4		Добре – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками.
D	3,25-3,74	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією.
E	3,00-3,24	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00-2,99	2	<i>Незараховано</i>	Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00-1,99	2		Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни.

Контрольні питання з дисципліни.

1. Основні елементи систем автоматичного керування.
2. Види систем автоматичного керування.
3. Класифікація автоматичних систем керування
4. Способи зображення автоматичних систем керування
5. Зворотні зв'язки в системах автоматичного керування.
6. Статика систем автоматичного керування. Умови статичної рівноваги, статичні характеристики ланок САК.
7. Основні форми запису рівнянь статички САК.
8. Способи описання функціонування автоматичних систем керування.
9. Типи сигналів і діянь в автоматичних системах керування
10. Спектральні характеристики періодичних сигналів
11. Спектральні характеристики неперіодичних сигналів
12. Динаміка систем автоматичного керування.

13. Методика лінеаризації нелінійних рівнянь САК.
14. Основні форми запису рівнянь динаміки САК.
15. Типові ланки систем автоматичного керування.
16. Передаточні функції та частотні характеристики типових ланок САК.
17. Побудова АЧХ груп ланок прирізному їх з'єднанні.
18. Передаточні функції, рівняння та частотні характеристики САК.
19. Способи сполучення ланок автоматичних систем керування
20. Мінімально- та немінімально фазові ланки САК.
21. Рівняння та передаточні функції слідкуючих (програмних) САК.
22. Структурні схеми САК. Правила структурних перетворень.
23. Перетворення структурних схем АК.
24. Поняття стійкості САК. Стійкість САК за Ляпуновим.
25. Методика дослідження стійкості САК за коренями характеристичного рівняння.
26. Алгебраїчні критерії стійкості.
27. Частотні критерії стійкості. Критерій стійкості Михайлова.
28. Принципи дослідження стійкості САК методом D-розбиття.
29. Метод D-розбиття за одним параметром
30. Метод D-розбиття за двома параметрами
31. Метод кореневого годографа
32. Критерій стійкості Нативісту.
33. Аналіз стійкості САК за логарифмічними амплітудно- та фазо-частотними характеристиками.
34. Якість САК. Дослідження якості САК на основі рівнянь незбурених коливань.
35. Операторний метод розрахунку перехідних процесів САК
36. Частотний метод розрахунку перехідного процесу САК
37. Інтегральні оцінки якості перехідного процесу САК
38. Чутливість САК.
39. Закони регулювання і регулятори. Введення астатизму і керування за похідними.
40. Способи підвищення запасу стійкості САК.
41. Комбінована АСК за задавальним сигналом
42. Комбінована АСК із компенсуванням збурення
43. Нелінійні САК. Математичні моделі нелінійних систем.
44. Стійкість нелінійних автоматичних систем керування
45. Метод фазового простору
46. Метод гармонійної лінеаризації
47. Критерій абсолютної стійкості нелінійних САК
48. Другий метод Ляпунова аналізу стійкості автоматичних систем керування
49. Автоматична система керування збудженням синхронного генератора
50. Дискретні САК. Класифікація імпульсних САК за видами модуляції.
51. Математичне описання імпульсних сигналів
52. Типові схеми імпульсних і цифрових САК
53. Характеристики імпульсного елемента
54. Дискретне перетворення Лапласа та Z-перетворення
55. Передатна функція дискретної автоматичної системи керування
56. Якість процесів керування в лінійних дискретних системах
57. Стійкість імпульсних САК.
58. Цифрові системи автоматичного керування.
59. Поняття про оптимальні САК.
60. Створення математичної моделі САК у середовищі Simulink
61. Математичне моделювання нелінійних автоматичних систем керування
62. Математичне моделювання дискретних автоматичних систем керування
63. Аналітичне конструювання оптимальних регуляторів САК.
64. Адаптивні САК з еталонною моделлю.
65. САК екстремального керування.
66. Принципи реалізації безошукових адаптивних САК.

Рекомендована література

Основна література

1. Гоголюк П. Ф. Теорія автоматичного керування: навч. посібн. / П. Ф. Гоголюк, Т. М. Гречин - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. 280 с.
2. Коновалов Б.И. Теория автоматического управления: учебн. пособие для вузов / Б.И. Коновалов, Ю.М., Лебедев. 5-е изд. стер. Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 220 с.
3. Бахрушин В.С. Теория керування : навч. посіб. / В.С. Бахрушин, Т.Ю. Огаренко. – Запоріжжя : КПУ, 2014. – 224 с.
4. Цветкова О.Л. Теория автоматического управления : учебник / О.Л. Цветкова. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – 207 с.

5. Миргород В. Ф. Теорія автоматичного керування. Лінійні безперервні системи [Текст] : навч. посіб. / [В. Ф. Миргород та ін. ; під ред. В. Ф. Миргорода та Г. С. Ранченко] ; Наук. установа АТ "Елемент". - Одеса : Наука і техніка, 2015. - 115 с.
6. Теорія автоматичного керування. Методологія та практика оптимізації : навчальний посібник / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін. - Вінниця : ВНТУ, 2013. - 210 с.
7. Petrovas A. Automatic Control Theory I, II: A Laboratory Manual. / A. Petrovas, R. Rinkevičienė. - Vilnius: Technika, 2012. - 98 p.
8. Автоматизация виробничих процесів: підручник. / І.В Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. Видавництво Ліра-К, 2015 — 300 с. — 340 с.
9. Теорія автоматичного управління [Текст] : [навч. посіб.] / Б. Л. Головінський, Ю. В. Шуруб, В. П. Лисенко. - К. : Вид. Центр НУБіП України, 2012. - 233 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 233.
10. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами : навч. посібник. / А.П. Ладанюк, К.С. Архангельська, Л.О. Власенко. - Київ : НУХТ, 2014. - 274 с.
11. Лисенко В.П., Решетюк В.М., Цигульов І.Т. Основи автоматичної теорії і практика (ч. 1). Видання 2-е, перероблене і доповнене. - К., Освіта України, 2013. - 720 с.

Розробник:

д.т.н., проф. Бойко Ю.М.

Погоджено:

Зав. каф. АКІТіТК:

д.т.н., проф. Мартинюк В.В.

Гарант ОПП «АКІТ»:

к.т.н., доц. Форкун Ю.В.