

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор навчально-наукового інституту

«Українська інженерно-педагогічна академія»

Денис КОВАЛЕНКО

2024 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія автоматичного управління

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____
галузь знань _____ 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації _____
(шифр і назва)
спеціальність _____ 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка _____
(шифр і назва)
освітня програма _____ Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології _____
(шифр і назва)
спеціалізація _____
(шифр і назва)
вид дисципліни _____ Обов'язкова _____
(обов'язкова / за вибором)
інститут _____ ННІ «Українська інженерно-педагогічна академія» _____

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою інституту ННІ «УІПА»

« 12 » листопада 2024 року, протокол № 2

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)

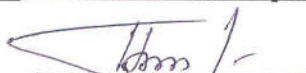
Василець Тетяна Юхимівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент

Програму схвалено на засіданні кафедри

Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

Протокол від « 04 » жовтня 2024 року № 2

Завідувач кафедри Автоматизації, метрології та енергоефективних
технологій


(підпис)

Канюк Г.І.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної/наукової) програми (керівником
проектної групи) Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(назва освітньої програми)

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми

(керівник проектної групи) Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані

технології


(підпис)

Василець Т.Ю.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією

Навчально наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»

(назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна)

Протокол від « 23 » жовтня 2024 року № 1

Голова науково-методичної комісії ННІ «УІПА»


(підпис)

Петров С.В.
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Теорія автоматичного управління» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

перший (бакалаврський)

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є освоєння дисциплінарних компетенцій по пізнанню фундаментальних принципів управління об'єктами, набуття навичок їх практичного використання для аналізу та синтезу систем автоматичного управління

Вивчення навчальної дисципліни сприяє здобуттю наступних **компетентностей**:

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ФК3. 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..

ФК4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ФК9. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

- вивчення математичних методів формалізованого опису систем автоматичного управління;
- формування вміння розраховувати чи визначати експериментально основні динамічні характеристики, показники якості роботи систем управління;
- формування вміння обґрунтувати вибір принципу дії, структури системи управління,
- формування навичок розрахувати параметри елементів системи що проектується;
- оволодіння технікою застосування математичних пакетів для імітаційного моделювання та синтезу оптимальних систем.

1.3. Кількість кредитів 6

1.4. Загальна кількість годин 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	3-й
Семестр	
5-й	5-й
Лекції	
42 год.	10 год.
Практичні, семінарські заняття	
24 год.	4 год.
Лабораторні заняття	
24 год.	4 год.
Самостійна робота	
90 год.	162 год.
у тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

ПР5. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ПР6. 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.

ПР12. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Математичний опис систем управління

Тема 1. Основні принципи управління. Класифікація систем автоматичного управління.

Визначення системи автоматичного управління (САУ). Основні принципи – управління. Принцип управління по обуренню (розімкнені САУ). Принцип управління по відхиленню (замкнуті САУ). Принцип комбінованого управління. Приклад комбінованої системи і її аналіз в статичному режимі.

Класифікація систем автоматичного управління. Приклади. Класифікація САУ по алгоритмах функціонування. Класифікація САУ по властивостях в сталому режимі. Класифікація САУ по характеру зміни величин, що визначають роботу окремих елементів. Класифікація САУ залежно від способів їх настройки. Класифікація САУ за іншими ознаками.

Поняття про режими роботи систем автоматичного управління. Лінеаризація нелінійних диференціальних рівнянь.

Тема 2. Динамічні характеристики ланок і систем автоматичного управління

Необхідність представлення елементів автоматичних систем динамічними ланками. Визначення динамічної ланки. Класифікація і динамічні характеристики ланок.

Структурні (алгоритмічні) схеми автоматичних систем. Методика складання рівнянь елементів і структурної схеми системи.

Передавальні функції типових з'єднань ланок. Передавальна функція послідовного з'єднання ланок. Передавальна функція паралельного з'єднання ланок. Передавальна функція ланки, охопленої зворотним зв'язком.

Передавальні функції систем автоматичного управління в розімкненому і замкнутому станах. Визначення передавальних функцій системи в розімкненому стані. Визначення передавальних функцій замкнутої системи.

Передавальні функції статичних і астатичних САУ. Передавальні функції помилки статичних і астатичних САУ. Помилки САУ в сталих режимах.

Сталі помилки САУ стежачої системи з астатизмом першого порядку. Додаткові статичні помилки САУ.

Рівняння динаміки систем автоматичного управління. Рівняння динаміки системи в розімкненому стані. Рівняння динаміки замкнутої системи.

Тема 3. Частотні характеристики ланок і систем автоматичного управління.

Комплексна передавальна функція ланки (системи). Амплітудно-частотна і фазочастотна характеристики. Амплітудно-фазова частотна характеристика (АФЧХ). Амплітудно-фазові частотні характеристики динамічних ланок. Амплітудно-фазові частотні характеристики САУ в розімкненому стані.

Логарифмічні частотні характеристики ланок і систем автоматичного управління. Визначення логарифмічних частотних характеристик. Логарифмічні частотні характеристики динамічних ланок. Логарифмічні частотні характеристики систем автоматичного управління в розімкненому стані.

Розділ 2. Стійкість і якість систем автоматичного управління. Корекція САУ

Тема 1. Поняття і умови стійкості систем автоматичного управління.

Визначення стійкості САУ. Умова стійкості САУ. Поняття про критерії стійкості САУ.

Алгебраїчні критерії стійкості. Критерій стійкості Гурвиця. Застосування критерія Гурвиця. Граничний коефіцієнт посилення системи.

Частотні критерії стійкості. Амплітудно-фазовий критерій стійкості (критерій стійкості Найквіста - Михайлова). Логарифмічний частотний критерій стійкості. Запаси стійкості за амплітудою і фазою.

Тема 2. Оцінка якості систем автоматичного управління.

Загальні положення. Показники якості систем перехідного процесу: перерегулювання, час регулювання або час перехідного процесу, час встановлення або час першого узгодження, число і частота коливань.

Частотний метод аналізу якості перехідних процесів систем автоматичного управління.

Інтегральні критерії якості перехідного процесу. Лінійні і квадратичні інтегральні функціонали як критерії якості перехідного процесу. Методи їхнього обчислення.

Аналіз точності САУ у сталих режимах за допомогою коефіцієнтів помилок. Підвищення точності систем управління в усталеному режимі.

Тема 3. Необхідність і шляхи корекції систем автоматичного управління.

Суперечність між умовами підвищення точності системи в сталому і перехідному режимах. Необхідність і шляхи корекції САУ. Фізичний сенс введення похідних від сигналу розузгодження в алгоритм управління.

Корекція САУ за допомогою послідовних диференціюючих пристроїв постійного струму.

Корекція САУ за допомогою послідовних інтегруючих пристроїв

Корекція САУ за допомогою послідовного інтегро-диференціюючого контура.

Корекція САУ за допомогою паралельних пристроїв, що коректують. (корекція зворотними зв'язками). Можливість корекції САУ за допомогою паралельних пристроїв, що коректують. Обхват зворотним зв'язком аперіодичної ланки. Обхват зворотним зв'яз-

ком інтегруючої ланки. Порівняльна оцінка корекції САУ за допомогою послідовних і паралельних пристроїв, що коректують.

Розділ 3. Імовірнісний аналіз лінійних САУ. Цифрові, нелінійні та оптимальні САУ

Тема 1. Стохастичні системи управління

Випадкові величини. Закони розподілу випадкових величин. Визначення випадкового процесу. Закони розподілу випадкового процесу. Характеристики випадкового процесу. Ергодичні стаціонарні випадкові процеси. Спектральна щільність стаціонарного випадкового процесу. Характеристики сталого випадкового процесу в системі при стаціонарному випадковому впливі. Аналіз точності системи автоматичного управління при наявності випадкових впливів.

Тема 2. Цифрові системи управління

Поняття цифрової системи управління. Застосування цифрових систем управління. Перетворення безперервного сигналу у цифрову форму. Лінійні різницеві рівняння. Дискретні рівняння стану. Дискретне перетворення Лапласа. Z-перетворення. Визначення Z-перетворення та його основні властивості. Обчислення Z-перетворень. Обернене Z-перетворення. Перетворення різницевих рівнянь в алгебраїчні. Імпульсна передавальна функція. Розв'язання різницевих рівнянь за допомогою Z-перетворення. Імпульсні передавальні функції розімкненої системи, замкненої системи і помилки. Необхідні і достатні умови стійкості. Критерії стійкості. Оцінка якості перехідних процесів. Оцінка точності цифрових систем.

Розділ 4. Нелінійні та оптимальні САУ

Тема 1. Нелінійні системи систем управління

Визначення нелінійної системи. Основні типи нелінійностей. Основні властивості нелінійних систем. Метод фазової площини: основні поняття і визначення. Фазові траєкторії й особливі точки лінійних систем. Фазові траєкторії нелінійних систем. Сутність методу гармонічної лінеаризації. Еквівалентний комплексний коефіцієнт підсилення нелінійних елементів. Визначення параметрів автоколивань. Стійкість автоколивань

Тема 2. Оптимальні системи автоматичного управління.

Постановка задачі статистичного синтезу оптимальних систем із мінімальною середньоквадратичною помилкою. Синтез оптимальних параметрів при заданій структурі системи. Синтез оптимальної структури системи по методу Н. Вінера. Оптимальний фільтр Калмана-Б'юсі. Задача синтезу оптимальних лінійних систем по інтегральному квадратичному критерію. Синтез стохастичної лінійної оптимальної системи при повній інформації про стан. Синтез стохастичних оптимальних систем управління при неповній інформації. Стохастична лінійна оптимальна система управління при неповній інформації. Принципи розділення.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Математичний опис систем управління												
Тема 1. Основні принципи управління. Класифікація систем автоматичного управління	7	2				5	15	1				14
Тема 2. Динамічні характеристики ланок і систем автоматичного управління	19	4	4	4		7	15	1	1			13
Тема 3. Частотні характеристики ланок і систем автоматичного управління	19	4	4	4		7	15	1	1			13
Разом за розділом 1	45	10	8	8		19	45	3	2			40
Розділ 2. Стійкість і якість систем автоматичного управління. Корекція САУ												
Тема 1. Поняття і умови стійкості систем автоматичного управління	17	4	2	4		7	15	1				14
Тема 2. Оцінка якості систем автоматичного управління	16	4		4		8	15	1				14
Тема 3. Необхідність і шляхи корекції систем автоматичного управління	12	4				8	15	1				14
Разом за розділом 2	45	12	2	8		23	45	3				42
Розділ 3. Імовірнісний аналіз лінійних САУ. Цифрові, нелінійні та оптимальні САУ												
Тема 1. Стохастичні системи управління	22	4	4			14	22	1	1			20
Тема 2. Цифрові системи управління	23	6	6			11	23	1	1			21
Разом за розділом 3	45	10	10			25	45	2	2			41
Розділ 4. Нелінійні та оптимальні САУ												
Тема 1. Нелінійні системи систем управління	22	4	4			14	22	1				21
Тема 2. Оптимальні системи автоматичного управління	23	6		8		9	23	1		4		18
Разом за розділом 4	45	10	4	8		23	45	2		4		39
Усього годин	180	42	24	24		90	180	10	4	4		162

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

4.1 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення передавальних функцій та побудова часових характеристик неперервних лінійних САУ	2
2	Перетворення структурних схем САУ	2
3	Визначення частотних функцій та побудова частотних характеристик неперервних лінійних САУ	2
4	Побудова асимптотичних логарифмічних амплітудно- та фазочастотних характеристик неперервних САУ	2
5	Дослідження стійкості неперервних лінійних САУ з застосуванням алгебраїчного критерію Гурвиця	2
6	Визначення середньоквадратичної помилки системи графоаналітичним методом	4
7	Синтез та моделювання дискретної САУ за допомогою Matlab	6
8	Методи дослідження нелінійних систем	4
	Разом	24

4.2 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження часових характеристик типових динамічних ланок	4
2	Дослідження частотних характеристик типових динамічних ланок	4
3	Дослідження стійкості лінійних систем автоматичного управління	4
4	Дослідження якості перехідних процесів лінійних систем автоматичного управління	4
5	Дослідження перехідних процесів двомасової системи автоматичного управління	4
6	Синтез оптимального регулятора для двомасової системи автоматичного управління	4
	Разом	24

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Основні принципи управління. Класифікація систем автоматичного управління Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	5
2	Динамічні характеристики ланок і систем автоматичного управління. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсової роботи. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	7
3	Частотні характеристики ланок і систем автоматичного управління. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсової роботи. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	7
4	Поняття і умови стійкості систем автоматичного управління. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсової роботи. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	7
5	Оцінка якості систем автоматичного управління. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсової роботи. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	8
6	Необхідність і шляхи корекції систем автоматичного управління. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсової роботи. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	8
7	Стохастичні системи управління. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсової роботи. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	22
8	Цифрові системи управління. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсової роботи. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	23
9	Нелінійні системи систем управління. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсової роботи. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	22
10	Оптимальні системи автоматичного управління. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичного заняття. Виконання курсової роботи. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	23
	Разом	90

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

7. Методи навчання

Пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, частково-пошуковий, дослідницький, проблемного викладу; словесні, наочні, практичні; аналіз, синтез, індукція, дедукція; активні методи (дискусії та дебати, метод кейсів), інтерактивні методи (інтерактивні лекції, мозкові штурми, інтерактивні симуляції), проектні методи (проектне навчання, метод проектів); методи дистанційного навчання.

8. Методи контролю

Поточний контроль – усне та письмове опитування, експрес-опитування, контрольні роботи, тестування, оцінка практичних навичок, перевірка завдань для самостійної роботи, кейс-метод, комп'ютерні симуляції.

Підсумковий контроль – іспит, курсова робота.

9. Схема нарахування балів

для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання										Екзамен	Сума	
Розділ 1			Розділ 2			Розділ 3		Розділ 4				Разом
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T1	T2	60	40	
4	5	6	6	5	4	7	8	7	8			

T1, T2 ... – теми розділів

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку, або екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 20 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : Либідь, 2007. – 656 с.
2. Голюк П.Ф., Гречин Т.М. Теорія автоматичного керування: Навчальний посібник. – Л: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 280 с.
3. Головінський Б.Л., Шуруб Ю.В., Лисенко В.П. Теорія автоматичного управління: навч. посіб. – К.: Вид. Центр НУБіП України, 2012. – 240 с.

Допоміжна література

1. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами : навч. посіб. / Ладанюк А.П., Архангельська К.С., Власенко Л.О. – К.: НУХТ, 2014 – 274 с.
2. Сорока К.О. Теорія автоматичного керування і комп'ютерне моделювання (неперервні лінійні системи). Частина перша. Основи теорії систем автоматичного керування. : навч. посібник. – Харків : ФОП Тімченко, 2010. – 218 с.
3. Сорока К.О. Теорія автоматичного керування і комп'ютерне моделювання (неперервні лінійні системи). Частина друга. Аналіз систем автоматичного керування засобами комп'ютерного моделювання : навч. посібник. – Харків : ФОП Тімченко, 2010. – 156 с.
4. Євстіфєєв В. О. Теорія автоматичного керування. Частина 1. Безперервні лінійні та нелінійні системи. Навчальний посібник. – Кременчук: ПП Щербатих О. В., 2006. – 288 с.
5. Євстіфєєв В. О. Теорія автоматичного керування. Частина 2. Спеціальні системи автоматичного керування. Навчальний посібник. – Кременчук : ПП Щербатих О. В., 2007. – 224 с.
6. І.Г. Абраменко, Д. І. Абраменко Теорія автоматичного керування. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 178 с.
7. Александров Є.Є., Голуб О.П., Кузнецов Б.І., Соляник В.П. Теорія автоматичного керування. – Харків. НТУ “ХПІ” т.№1, 1999. – 150 с.
8. Александров Є.Є., Голуб О.П., Кузнецов Б.І., Соляник В.П. Теорія автоматичного керування. – Харків. НТУ “ХПІ” т.№2, 2000 – 160 с.
9. Александров Є.Є., Голуб О.П., Кузнецов Б.І., Соляник В.П. Теорія автоматичного керування: – Харків. НТУ “ХПІ” т.№3, 2002. – 195 с.
10. Теорія автоматичного управління: Навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем»; уклад.: О. Й. Штіфзон, П. В. Новіков, В.П. Бунь. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,2 Мбайт). – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 144 с.
11. Гурко О.Г. Аналіз та синтез систем автоматичного управління у MATLAB: Навчальний посібник / О.Г. Гурко, І.Ф. Єрмоєнко. Харків, ХНАДУ, 2012. – 284 с.
12. Моделювання систем управління в SIMULINK : навч. посібник / [В. О. Богомолів, О. Г. Гурко, В. І. Клименко, Д. М. Леонтєв, О. М. Красюк] ; М-во освіти і науки України. Харків ХНАДУ, 2018. - 220 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Посилання на сторінку навчальної дисципліни в системі дистанційної освіти ННІ «УІПА». URL. <https://moodle.karazin.ua/course/view.php?id=10009Understanding>
2. Control System. URL. <https://griml.com/LUZh6>
2. Everything You Need to Know About Control Theory. URL. <https://griml.com/6AwRb>
3. Open-Loop Control Systems | Understanding Control Systems, Part 1. URL. <https://griml.com/eWpMN>
4. Feedback Control Systems | Understanding Control Systems, Part 2. URL. <https://griml.com/ZPa2N>
5. Components of a Feedback Control System | Understanding Control Systems, Part 3. URL. <https://griml.com/uS6my>
6. Open Loop and Closed Loop Control Systems - Differences, Examples. URL. <https://griml.com/c6sas>
7. Control Systems Lectures - Transfer Functions. URL. <https://griml.com/rJS8d>
8. Control System Lectures - Bode Plots, Introduction. URL. <https://griml.com/EfLNl> Gain and Phase Margins Explained. URL. <https://griml.com/GaGE4>
9. Designing a Lead Compensator with Bode Plot. URL. <https://griml.com/7f8Uk>
10. Introduction to System Stability and Control. URL. <https://griml.com/7I9ft>
11. Stability of Closed Loop Control Systems. URL. <https://griml.com/juNVf>
12. PID Control - A brief introduction. URL. <https://griml.com/A5EPD>
13. PID Controller Explained. URL. <https://griml.com/dW8Xz>
14. Analysis of Probabilistic Systems. URL. <https://griml.com/6hJdB>
15. Digital Systems. URL. <https://griml.com/EIXIG>
16. Nonlinear Systems Overview. URL. <https://griml.com/IDZTY>
17. Канюк, Г. І.. Теорія автоматичного управління: навч.-метод. посіб. для здобувачів вищої освіти ОС «бакалавр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец. 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. Ч. 1/ Г. І. Канюк, Т. Ю. Василець, О. О. Варфоломійєв; Укр. інж.-пед. акад., Каф. автоматизації, метрології та енергоефективних технологій. - Харків: УІПА, 2023. - 121 с.
18. Канюк, Г. І.. Теорія автоматичного управління: навч.-метод. посіб. для здобувачів вищої освіти ОС «бакалавр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец. 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. Ч. 2/ Г. І. Канюк, Т. Ю. Василець, О. О. Варфоломійєв; Укр. інж.-пед. акад., Каф. автоматизації, метрології та енергоефективних технологій. - Харків: УІПА, 2023. - 76 с.
19. Кузнецов Б. І., Василець Т. Ю. Теорія автоматичного управління : навч.-метод. посіб. для студ. для студ. освітнього ступеня «бакалавр» денної та заоч. форм навч. спец: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 015.06 Професійна освіта. (Електроніка, радіотехніка та телекомунікації. Ч. 3 / Б. І. Кузнецов, Т. Ю. Василець ; Укр. інж.-пед. акад. ; Харків : [б. в.], 2020. – 62 с.
20. Кузнецов Б. І. Теорія автоматичного управління : навч.-метод. посіб. для студ. для студ. освітнього ступеня «бакалавр» денної та заоч. форм навч. спец: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 015.06 Професійна освіта. (Електроніка, радіотехніка та телекомунікації. Ч. 4 / Б. І. Кузнецов, Т. Ю. Василець, О. О. Варфоломійєв ; Укр. інж.-пед. акад. ; Харків : [б. в.], 2020. – 132 с

21. Канюк Г. І. Automatic control theory = Теорія автоматичного управління : конспект лекцій для здобувачів вищої освіти ОС «бакалавр» денної та заочної форм здобуття освіти спец. 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / Г. І. Канюк, Т. Ю. Василець, О. О. Варфоломійєв ; Укр. інж.-пед. акад. – Харків : УІПА, 2024. – 113 с. Текст англ. мовою.
22. Теорія автоматичного управління : метод. вказівки до виконання курсової роботи для здобувачів вищої освіти ОС «бакалавр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец. 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / Укр. інж.-пед. акад. ; упоряд.: Г. І. Канюк, Т. Ю. Василець. – Харків : УІПА, 2024. – 55 с.
23. Теорія автоматичного управління : метод. вказівки до проведення практичних занять для здобувачів вищої освіти ОС «бакалавр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец. 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / Укр. інж.-пед. акад.; упоряд.: Г.І.Канюк, Т.Ю.Василець. –Харків: УІПА, 2024.–48 с.
24. Теорія автоматичного управління: метод. вказівки до проведення лабораторних занять № 1,2 для здобувачів вищої освіти ОС «бакалавр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец. 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / Укр. інж.-пед. акад., Каф. автоматизації, метрології та енергоефективних технологій; упоряд.: Г.І. Канюк, Т. Ю. Василець, О.О. Варфоломійєв. - Харків: УІПА, 2023.-34 с.
25. Теорія автоматичного управління: метод. вказівки до проведення лабораторних занять № 3,4 для здобувачів вищої освіти ОС «бакалавр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец. 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології/ Укр. інж.-пед. акад., Каф. автоматизації, метрології та енергоефективних технологій; упоряд.: Г. І. Канюк, Т. Ю. Василець, О. О. Варфоломійєв. -Харків: УІПА, 2023.-30 с.
26. Теорія автоматичного управління : метод. вказ. до проведення лабораторних робіт № 5,6 для студ. ОС «бакалавр» денної та заоч. форм навч. спец. 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 015.06 Професійна освіта. (Електроніка, радіотехніка та телекомунікації. / Укр. інж.-пед. акад. ; упоряд. Г. І. Канюк, Т. Ю. Василець, О. О. Варфоломійєв. – Харків : [б. в.], 2020. – 42 с.
27. Теорія автоматичного управління: метод. вказівки до організації та планування самостійної роботи для здобувачів вищої освіти ОС «бакалавр» денної та заоч. форм здобуття освіти спец.: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології,. 015.06 Професійна освіта. (Електроніка, радіотехніка та телекомунікації)/ Укр. інж.-пед. акад., Каф. теплоенергетики та енергозберігаючих технологій; упоряд. Т. Ю. Василець. - Харків: УІПА, 2020. - 29 с.

