

Затверджено
рішенням вченої ради факультету
інформаційно-керуючих систем
та технологій
протокол № 1 від «27» серпня 2020 р.

Рекомендовано
на засіданні кафедри “Автоматика
та комп’ютерне телекерування
рухом поїздів”
протокол № 14 від «26» серпня
2020 р

СИЛАБУС З ДИСЦИПЛІНИ

ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

І, ІІ семестр 2020-2021 навчального року

освітній рівень перший (бакалавр)

галузь знань

15 Автоматизація та приладобудування

спеціальність

151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології

освітні програми

- автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології (АКіТ)

- інноваційні системи комплексної автоматизації технологічних процесів (ІСКАТП)

Час та аудиторія проведення занять: Згідно розкладу - <http://rasp.kart.edu.ua/>

Команда викладачів:

Лектори:

Хісматулін Володимир Шайдуллович (Кандидат технічних наук, професор),

Контакти: +38 (057) 730-10-32, e-mail: khisvs@kart.edu.ua

Сосунов Олександр Олексійович (кандидат технічних наук, доцент),

Контакти: +38 (057) 730-10-32, e-mail: sosunov63@kart.edu.ua

Години прийому та консультації: кожен понеділок з 12.40-14.00

Розміщення кафедри: Місто Харків, майдан Фейєрбаха, 7, 1 корпус, 2 4 поверх, 222 аудиторія.

Веб сторінка курсу: <http://do.kart.edu.ua/>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://metod.kart.edu.ua>

1 Анотація навчальної дисципліни

Автоматика (від грецького *automatos*) – галузь науки і техніки, яка охоплює теорію автоматичного керування, а також принципи побудови автоматичних систем і технічних засобів, що в них застосовуються.

Розвиток автоматики тісно пов'язаний з розвитком машинного виробництва. Першими автоматичними регуляторами промислового призначення вважаються поплавковий регулятор рівня води у паровому котлі, винайдений І. Ползуновим у 1765 році, та відцентровий регулятор швидкості обертання вала парової машини, розроблений Дж. Уаттом у 1769 році.

Період до кінця XIX ст. був часом, коли системи автоматичного керування розроблялися лише за інтуїцією винахідників. Тому у цей період було чимало невдач та катастроф на підприємствах, пов'язаних з їх застосуванням. Саме тому виникла необхідність розробки теорії автоматичного керування. Першими теоретичними роботами, що поклали її початок, є роботи Дж. Максвелла (1868 р.) та І.А. Вишнеградського (1877 р.). Максвелл, використовуючи диференціальні рівняння як модель регулятора Уатта, заклав математичні основи теорії автоматичного керування. Вишнеградський уперше дав загальне формулювання лінійної теорії регуляторів.

На теперішній час неможливо уявити собі будь-яку галузь науки, техніки та побуту людства без застосування систем автоматичного керування. Зараз знайшло широке розповсюдження автоматичних систем стільникового зв'язку, керування рухом транспорту, енергетичних систем та ін.. Яскравими прикладами тріумфу автоматики можна вважати здійснення автоматичного польоту, посадки та роботи космічних зондів на Місяці, Венері і Марсі.

Метою дисципліни “Теорія автоматичного керування” є вивчення принципів побудови, функціонування та характеристик основних елементів і пристроїв автоматичних систем.

Основними завданнями вивчення дисципліни є підготовка студентів для творчої участі в розробці, проектуванні та експлуатації автоматичних систем управління технологічними процесами.

За результатами вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

знати:

1. Призначення, структуру та класифікацію систем керування.
2. Методи математичного опису систем автоматичного керування (САК).
3. Поняття стійкості, статизму та астатизму САК.
4. Методи аналізу впливу параметрів САК на показники якості функціонування.
5. Принципи керування розподіленими об'єктами.
6. Принципи завадостійкого кодування повідомлень.
7. Способи селекції об'єктів.
8. Принципи побудови і функціонування типових елементів і вузлів систем автоматичного керування; їх характеристики, методи визначення та розрахунку.

уміти:

1. Складати математичні моделі функціональних блоків та систем автоматичного керування
2. Оцінювати стійкість та показники якості САК в перехідному та усталеному режимах.
3. Розв'язувати задачі синтезу завадостійких кодів.
4. Користуватись методами і програмним забезпеченням моделювання САК.

мати уявлення:

1. Про перспективи розвитку систем автоматичного керування.
2. Про методи забезпечення їх надійності та принципи безпечної побудови систем.

Перелік основних компетентностей відповідно до стандарту вищої освіти 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

СК13. 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.

СК14. 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.

СК 16. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

СК 19. 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

2 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни			
	денна форма навчання		заочна форма навчання	
Кількість кредитів –8	повна	скорочена	повна	скорочена
Модулів – 4	Рік підготовки			
Змістових модулів – 8	2, 3	1, 2	2	1, 2
Загальна кількість годин – 240	Семестр			
	4,5	2, 3	3, 4	2, 3

	Лекції			
Тижневих годин для денної форми навчання: повна аудиторних – 4 самоств. робота -4 скорочена аудиторних – 3 самоств. робота -5	60 год.	60 год.	-	12 год.
	Практичні, семінарські заняття			
	30 год.	15 год.	-	12 год.
	Лабораторні заняття			
	30 год.	30 год.	-	10 год.
	Самоствійна робота			
	120 год.	150 год.	-	206 год.
	Індивідуальні завдання			
	4, 5с – РГР	2с- РГР	-	1р –контр.р. 2р - КР
	Вид контролю			
4с., 5с. - іспит	2с., 3с. - іспит	-	2с – залік 3с - іспит	

3 Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Модуль 1.

Тема 1. Основні поняття теорії автоматичного керування

Основні поняття та визначення. Види алгоритмів функціонування САК. Види діянь в САК. Принципи автоматичного керування. Типові функціональні структури САК. Проблеми дослідження систем автоматичного керування (САК), зміст задач аналізу і синтезу.

Тема 2. Математичні моделі динамічних систем

Поняття математичної моделі САК. Класифікація САК за видами математичних моделей. Диференціальне рівняння "вхід-вихід" та оператор передачі лінійної стаціонарної неперервної САК. Передаточна функція САК.

Тема 3. Характеристики динамічних систем

Часові і частотні характеристики систем (ланок). Елементарні ланки.

Тема 4. Схеми математичних моделей та основні рівняння САК

З'єднання динамічних ланок. Правила перетворення схеми математичної моделі САК. Основні рівняння лінійної стаціонарної САК.

Модуль 2.

Тема 5. Поняття та умови стійкості САК

Поняття стійкості. Загальна постановка задачі стійкості по А.М.Ляпунову. Необхідні і достатні умови стійкості лінійних неперервних стаціонарних САК.

Тема 6. Критерії стійкості САК

Критерій стійкості Гурвіца та його застосування для визначення граничних параметрів САК. Частотні критерії стійкості. Критерій стійкості Найквіста. Запаси стійкості.

Тема 7. Аналіз якості функціонування САК в перехідному режимі

Перехідний та усталений режими роботи САК. Показники якості функціонування САК в перехідному режимі та методи їх визначення. Частотні методи аналізу якості керування автоматичних систем в перехідному режимі.

Тема 8. Аналіз точності функціонування САК в усталеному режимі

Помилка САК та її складові. Методи розрахунку систематичних помилок САК. Поняття статизму та астатизму. Вплив порядку астатизму на величину усталеної помилки. Алгебраїчні та структурні ознаки порядку астатизму.

Модуль 3.

Тема 9. Основні поняття телекерування

Місцеве, дистанційне керування та телекерування розподіленими об'єктами. Основні поняття телекерування. Класифікація та загальні характеристики систем телекерування. Експлуатаційно-технічні вимоги до систем телекерування.

Тема 10. Класифікація та основні характеристики кодів

Повідомлення, сигнали та коди. Класифікація кодів. Алгебраїчні основи теорії кодування. Цифрові коди та їх основні характеристики.

Тема 11. Завадостійкі коди

Принципи завадостійкого кодування повідомлень. Систематичні коди. Інверсний код (код Бауера). Групові (лінійні) коди. Циклічні коди. Многопозиційні коди.

Модуль 4.

Тема 12. Сигнали та методи їх формування

Сигнали телекерування та їх характеристики. Види імпульсної модуляції. Класифікація та загальні характеристики генеруючих елементів. Принципи побудови генераторів. Стабілізація частоти коливань. Системи частотної та фазової синхронізації сигналів.

Тема 13. Канали зв'язку в системах телекерування

Класифікація каналів зв'язку. Основні характеристики каналів зв'язку. Еквівалентні схеми заміщення.

Тема 14. Системи з часовим та частотним розподілом каналів

Способи селекції об'єктів. Принципи побудови, основні характеристики та елементна база систем з часовим та частотним розподілом каналів.

Системи з комбінаційним розподілом каналів.

4 Тематично-календарний план (повна форма навчання)

4.1 План лекцій, практичних і лабораторних занять у 4 семестрі

Тиждень	Годин на тижень	Теми лекцій	Годин на тижень	Теми лабораторних, практичних, семінарських занять
Модуль 1. Математичний опис лінійних неперервних САК				
1	2	Лекція 1. Основні поняття та визначення ТАК. Фундаментальні принципи автоматичного управління	2	ПЗ 1. Аналіз функціональної структури та принципу дії електромеханічної слідувочної системи
2	2	Лекція 2. Математичні моделі динамічних систем	2	Лаб. 1 Функціональна структура та принцип дії типової САК
3	2	Лекція 3. Характеристики динамічних систем.	2	ПЗ 2. Розрахунок характеристик функціонального блока САК
4	2	Лекція 4. Елементарні ланки. Часові характеристики елементарних ланок	2	Лаб. 2 Рівняння та характеристики функціонального блока САК
5	2	Лекція 5. Частотні характеристики елементарних ланок	2	ПЗ 3. Розрахунок характеристик елементарних ланок
6	2	Лекція 6. Схеми математичних моделей САК	2	Лаб. 3 Перехідні характеристики лінійних ланок
7	2	Лекція 7. Основні рівняння САК	2	ПЗ 4. Побудова логарифмічних частотних характеристик САК
8	2	Лекція 8. Поняття та умови стійкості лінійних неперервних САК. Теорема А.М. Ляпунова.	2	Лаб. 4 Частотні характеристики лінійних ланок
9		Модульний контроль знань		
Модуль 2. Аналіз, корекція та синтез лінійних неперервних САК				
10	2	Лекція 9. Критерій стійкості Гурвіца та його застосування для визначення граничних параметрів САК	2	ПЗ 5. Аналіз стійкості САК за критерієм Гурвіца
11	2	Лекція 10. Критерій стійкості Найквіста. Запаси стійкості.	2	Лаб. 5 Аналіз стійкості САК
12	2	Лекція 11. Показники якості функціонування автоматичних систем в перехідному режимі	2	ПЗ 6. Аналіз якості функціонування САК в перехідному режимі
13	2	Лекція 12. Частотні методи аналізу якості функціонування САК в перехідному режимі	2	Лаб. 7 Аналіз якості функціонування САК в перехідному режимі
14	2	Лекція 13. Помилка САК та її складові. Методи розрахунку систематичних помилок САК	3	ПЗ 7. Розрахунок усталених помилок в типових режимах
15	2	Лекція 14. Статичні та астатичні САК	2	Лаб. 7 Аналіз точності процесів управління
16	2	Лекція 15. Сутність та методи корекції САК	2	
17		Модульний контроль знань		
18		Іспит		

4.2 План лекцій, практичних і лабораторних занять у 5 семестрі

Тиждень	Годин на тижень	Теми лекцій	Годин на тиждень	Теми лабораторних, практичних, семінарських занять
1	2	3	4	5
Модуль 3. Основні поняття телекерування. Кодування інформації				
1	2	Місьцеве, дистанційне керування та телекерування розподіленими об'єктами. Основні поняття телекерування. Класифікація та загальні характеристики систем телекерування. Експлуатаційно-технічні вимоги до систем телекерування.	2	ПЗ 1. Аналіз процесів у системі місцевого керування
2	2	Повідомлення, сигнали та коди. Класифікація кодів, застосовуваних в системах телекерування	2	ЛР 1. Принципи побудови систем телекерування
3	2	Цифрові коди та їх основні характеристики. Алгебраїчні основи теорії кодування	2	ПЗ 2. Аналіз роботи обчислювальних схем для виконання операцій над кодовими многочленами
4	2	Принципи завадостійкого кодування повідомлень. Систематичні коди. Коди з контролем по паритету. Код з повторенням. Інверсний код (код Бауера)	2	ЛР 2. Дослідження обчислювальних схем для виконання операцій над кодовими многочленами
5	2	Групові (лінійні) коди. Циклічні коди. Завадостійкість циклічних кодів	2	ПЗ 3. Аналіз принципів формування та декодування коду Бауера
6	2	Принципи побудови кодуєчих і декодуєчих пристроїв циклічних кодів	2	ЛР 3. Дослідження коду Бауера
7	2	Многопозиційні коди та їх основні характеристики	2	ПЗ 4. Аналіз принципів формування та декодування циклічних кодів
8	2	Сигнали та їх характеристики. Види імпульсної модуляції	2	ЛР 4. Дослідження циклічних кодів
		Модульний контроль знань		
Модуль 4. Теорія спеціальних систем автоматичного керування				
9	2	Класифікація та загальні характеристики генеруючих елементів. Принципи побудови генераторів	2	ПЗ 5. Розрахунок мультивібратора
10	2	Стабілізація частоти коливань.		ЛР 5. Дослідження мультивібратора
11	2	Системи частотної та фазової синхронізації сигналів	2	ПЗ 6. Аналіз роботи системи фазової синхронізації
12	2	Канали зв'язку в системах телекерування	2	ЛР 6. Дослідження системи фазової синхронізації
13	2	Способи селекції об'єктів. Принципи побудови та елементна база систем з часовим розподілом сигналів	3	ПЗ 7. Аналіз роботи систем телекерування з часовим та частотним розподілом сигналів
14	2	Принципи побудови та елементна база систем з частотним розподілом сигналів	3	ЛР 7 Дослідження систем телекерування з часовим та частотним розподілом сигналів
15	2	Системи з комбінаційним розподілом каналів		
		Модульний контроль знань		
		Іспит		

5 Рекомендована література

Основна

1. Хісматулін В.Ш., Панченко С.В. Теорія автоматичного керування. Ч. I. Теорія лінійних неперервних систем автоматичного керування : Підручник для вузів. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 239 с.
2. Хісматулін В.Ш. Теорія автоматичного керування : Методичний посібник до розрахунково-графічних робіт. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – 53 с.
3. Хісматулін В.Ш. Теорія автоматичного керування : Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної, контрольної та курсової роботи. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 22 с.
4. Хісматулін В.Ш., Сафонов Д.С. Теорія автоматичного керування : Лабораторний практикум. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – 141 с.
5. Хісматулін В.Ш. Теорія автоматичного керування : Лабораторний практикум. Ч. 2. Системи телекерування– Харків: УкрДАЗТ, 2012. – 98 с.
6. Теория автоматического управления. Ч. I, II. Под ред. А.А.Воронова. Уч. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1977.
7. Теоретические основы железнодорожной автоматики и телемеханики. Учебник для вузов / Под ред. В.В. Сапожникова. – М.: Транспорт, 1995.

Допоміжна

8. Александров Є.Є. Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами. Т. 1. Теорія автоматичного керування / Є.Є. Александров, Є.П. Козлов, Б.І. Кузнецов. – Х.: НТУ “ХПІ”, 2002.
9. Ильин В.А. Телеуправление и телеизмерение. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Энергоиздат, 1982.
10. Теоретические основы железнодорожной автоматики и телемеханики: Учебник для вузов / А.С. Переборов, А.М. Брылеев, В.В. Сапожников и др. / Под ред. А.С. Переборова. – М.: Транспорт, 1984. – 384 с.
11. Періодична науково-технічна література.

Інформаційні ресурси в інтернеті

- 1 <http://metod.kart.edu.ua/>
- 2 http://www.uz.gov.ua/about/general_information/entertainments/pktbit/
- 3 http://www.uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/page-4/451889/
- 4 <http://uz-cargo.com/>

6. Порядок оцінювання результатів навчання

Теоретичні знання та практичні навички перевіряються:

а) при проведенні поточного контролю – в процесі контрольного опитування та за результатами розв'язання тестових завдань на лабораторних заняттях; при перевірках розв'язань задач, які були задані на самостійну роботу; при перевірках звітів з лабораторних робіт;

б) при проведенні модульного контролю – по результатах виконання тестових контрольних завдань на ПЕОМ;

в) підсумково – на іспитах та заліку за дисципліною; по результатах захисту курсової роботи.

При оцінюванні результатів навчання керуватися Положенням про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ. Згідно з Положенням використовується 100-бальна шкала оцінювання.

Формування оцінки за модуль у складі залікового кредиту за 100-бальною шкалою здійснюється відповідно до виразу

$$OM = (OL + OP) \times K + OT,$$

де OL – сума балів за лабораторні роботи;

OP – сума балів за РГР;

OT – сума балів за модульний тестовий контроль на ПЕОМ;

K – ваговий коефіцієнт.

Оцінка лабораторних робіт проводиться згідно з таблицями 1-4.

Таблиця 1 – Лабораторні роботи модуля 1

Вид занять	Оцінка за тестове завдання	Виконання та захист	Загальна сума балів
Лабораторна робота 1	0-10	0-5	0-15
Лабораторна робота 2	0-10	0-5	0-15
Лабораторна робота 3	0-10	0-5	0-15
Лабораторна робота 4	0-10	0-5	0-15
Сума балів	0-40	0-20	0-60

Таблиця 2 – Лабораторні роботи модуля 2

Вид занять	Оцінка за тестове завдання	Виконання та захист	Загальна сума балів
Лабораторна робота 5	0-15	0-5	0-20
Лабораторна робота 6	0-15	0-5	0-20
Лабораторна робота 7	0-15	0-5	0-20
Сума балів	0-45	0-15	0-60

Таблиця 3 – Лабораторні роботи модуля 3

Вид занять	Оцінка за тестове завдання	Виконання та захист	Загальна сума балів
Лабораторна робота 9	0-10	0-5	0-15
Лабораторна робота 10	0-10	0-5	0-15
Лабораторна робота 11	0-10	0-5	0-15
Лабораторна робота 12	0-10	0-5	0-15
Сума балів	0-40	0-20	0-60

Таблиця 4 – Лабораторні роботи модуля 4

Вид занять	Оцінка за тестове завдання	Виконання та захист	Загальна сума балів
Лабораторна робота 13	0-15	0-5	0-20
Лабораторна робота 14	0-15	0-5	0-20
Лабораторна робота 15	0-15	0-5	0-20
Сума балів	0-45	0-15	0-60

Таблиця 5 – Розрахунково-графічні роботи

№ п/п	Форма навчання	Контрольна точка		Захист		Загальна сума балів
		Термін	Оцінка	Термін	Оцінка	
РГР1	Повна, скор.	М1	0-20	М2	0-20	0-40
РГР2	Повна	М3	0-20	М4	0-20	0-40

До перелічених складових модульної оцінки можуть нараховуватися додаткові бали за участь студента у науковій роботі, підготовці публікацій, робіт на наукові студентські конкурси, участь в студентських олімпіадах, активність на заняттях та консультаціях.

Позитивна підсумкова оцінка може бути виставлена, якщо студенти повністю виконали навчальну програму, тобто виконали та отримали заліки з усіх лабораторних робіт, виконали та захистили дві розрахунково-графічних роботи. Підсумкова оцінка визначається, як середньоарифметична оцінок двох модулів залікового кредиту.

7 Кодекс академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням:

<http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

8 Інтеграція студентів із обмеженими можливостями

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>