

**Силабус
освітнього компоненту ОК 19**

Назва дисципліни:	Теорія автоматичного керування
Рівень вищої освіти:	перший (бакалаврський)
Галузь знань:	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність:	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Освітньо-професійна (Освітньо-наукова) програма:	Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
Сторінка курсу в Moodle:	https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=2295 https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=2495
Рік навчання:	2, 3
Семестр:	4 (весінній), 5 (осінній)
Обсяг освітнього компоненту	8 кредитів (240 годин)
Форма підсумкового контролю	Захист курсової роботи, Екзамен
Консультації:	за графіком
Назва кафедри:	кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій
Мова викладання:	українська, англійська (якщо є)
Керівник курсу:	Гурко Олександр Геннадійович, д.т.н., професор
Контактний телефон:	(057) 738-77-92
E-mail:	gurko@khadi.kharkov.ua

Короткий зміст освітнього компоненту:

Метою вивчення освітньої компоненти є формування у студентів системи теоретичних і практичних знань в області створення і функціонування систем автоматичного керування технічними об'єктами, та вмінь виконувати аналіз і синтез таких систем.

Предмет: педагогічно адаптована система понять про закони автоматичного керування і методи їх застосування.

Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- вивчення основних принципів побудови систем автоматичного керування;
- формування навичок побудови математичних моделей систем автоматичного керування;
- формування навичок аналізу стійкості та якості систем автоматичного керування;
- формування навичок вибору типу регулятора та визначення значень його параметрів;
- формування навичок використання спеціалізованого програмного забезпечення для розв'язування типових задач з аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

Передумови для вивчення освітнього компоненту:

ОК 6 Вища математика

ОК 7 Фізика

ОК 10 Теоретична механіка

ОК 11 Електротехніка та електромеханіка

ОК 13 Алгоритмізація та програмування.

Компетентності, яких набуває здобувач:

Загальні компетентності:

- ЗК-1.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК-2.** Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК-4.** Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК-5.** Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК-8.** Здатність працювати в команді.

Спеціальні (фахові) компетентності:

ФК-1. Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

ФК-3. 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.

ФК-4. 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.

ФК-9. 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.

Результати навчання відповідно до освітньої програми:

ПРН 1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації.

ПРН 2. Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.

ПРН 4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації у галузях приладобудування та автоматизації будівельних, дорожніх машин і обладнання, та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

ПРН 5. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ПРН 6. 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.

ПРН 12. 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.

Тематичний план

№ теми	Назва тем (ЛК, ЛР, ПР, СЗ, СР)	Кількість годин	
		очна	заочна
1	2	3	4
1	ЛК Основні положення, поняття про системи автоматичного керування (САК). Класифікація САК.	2	1
	ПР Основи роботи у MATLAB та Simulink	4	2
	СР Історія систем автоматичного керування. Вектори та матриці у MATLAB Побудова графіків у MATLAB.	10	12
2	ЛК Математичний опис лінійних безперервних САК.	6	4
	ПР Складання диференційних рівнянь елементів САК, їх лінеаризація та аналітичне рішення.	4	2
	Введення передаточних функцій, побудова перехідних та частотних характеристик у MATLAB.	4	2
	Дослідження властивостей типових ланок та їх сполучень у MATLAB та Simulink	4	-
	Побудова моделей САК та їх аналіз у Simulink	4	-
	СР Складання диференційних рівнянь електричних, електромеханічних та гідравлічних систем. Аналітична побудова перехідних характеристик. Асимптотичні ЛАЧХ та ЛФЧХ. Типи фільтрів. Реальні інтегруюча та диференціююча ланки. Аперіодична ланка 2го порядку. Моделі систем керування у просторі станів.	22	36
3	ЛК Стійкість лінійних безперервних САК.	4	3
	ПР Дослідження стійкості САК за розташуванням полюсів.	4	2
	Дослідження стійкості САК за критеріями Гурвіца та Найквіста	2	-
	Визначення граничного коефіцієнта підсилення.	2	-
	СР Критерій Рауса. Доказ критерію Найквіста. Стійкість систем, що описуються у просторі станів.	15	22
4	ЛК Якість САК.	4	2
	ПР Дослідження якості САК у MATLAB.	2	2
	Дослідження впливу коефіцієнту підсилення на сталу помилку.	2	-
	СР Вплив 3го полюса та нуля на характеристики системи 2го порядку. Чутливість САК до зміни параметрів. Стала похибка системи з неодиначним зворотнім зв'язком. Квадратичні оцінки якості з урахуванням витрати енергії на керування.	15	20
Усього за семестр 1		110	110
5	ЛК Синтез лінійних безперервних САК.	6	4
	ПР Синтез П, ПІ та ПІД регуляторів у MATLAB.	8	4
	СР Недоліки типових регуляторів. Інтегральне насичення. Частотні характеристики ПІД-регуляторів. Синтез регуляторів за допомогою частотних характеристик.	14	20
6	ЛК Дискретні САК	6	6
	ПР Побудова моделей дискретних систем у MATLAB.	4	2
	Дослідження якості дискретних САУ у MATLAB.	4	2
	Синтез дискретних регуляторів у MATLAB.	6	2
	СР Якість дискретних систем. Опис дискретних систем у просторі станів. Кореневий годограф цифрових САК. Критерій Шура і Кона.	14	22

1	2	3	4
7	ЛК Нелінійні САК.	4	4
	ПР Дослідження типових нелінійних ланок та їх сполучень у MATLAB.	4	-
	Дослідження стійкості нелінійних САК у MATLAB.	6	-
	СР Приклади та властивості нелінійних САК. Метод гармонійної лінеаризації. Побудова описуючих функцій. Типи фазових портретів. Стійкість за Ляпуновим.	24	34
	Курсова робота	30	30
Усього за семестр		130	130
УСЬОГО за дисципліною		240	240

Індивідуальне навчально-дослідне завдання:

Курсова робота на тему: «Розробка та дослідження системи керування швидкістю двигуна постійного струму». За бажанням здобувач, після узгодження з викладачем, може обрати інший об'єкт керування.

Методи навчання:

- словесні: лекції, пояснення, розповідь тощо;
- наочні: метод ілюстрацій, метод демонстрацій
- практичні: практичні заняття.

Система оцінювання та вимоги:

Поточна успішність

1 Поточна успішність здобувачів за виконання навчальних видів робіт на навчальних заняттях і за виконання завдань самостійної роботи оцінюється за допомогою чотирибальної шкали оцінок з наступним перерахуванням у 100-бальною шкалу. Під час оцінювання поточної успішності враховуються всі види робіт, передбачені навчальною програмою.

1.1 Лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання конкретизованих завдань.

1.2 Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання, виконання та оформлення практичної роботи.

2 Оцінювання поточної успішності здобувачів вищої освіти здійснюється на кожному практичному занятті (лабораторному чи семінарському) за чотирибальною шкалою («5», «4», «3», «2») і заносяться у журнал обліку академічної успішності.

– «відмінно»: здобувач бездоганно засвоїв теоретичний матеріал, демонструє глибокі знання з відповідної теми або навчальної дисципліни, основні положення;

– «добре»: здобувач добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного;

– «задовільно»: здобувач в основному опанував теоретичні знання навчальної теми, або дисципліни, орієнтується у першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, невпевнено відповідає на додаткові питання, не має стабільних знань; відповідаючи на питання практичного характеру, виявляє неточність у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою професією;

– «незадовільно»: здобувач не опанував навчальний матеріал теми (дисципліни), не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутнє наукове мислення, практичні навички не сформовані.

3 Підсумковий бал за поточну діяльність визнається як середньоарифметична сума балів за кожне заняття, за індивідуальну роботу, поточні контрольні роботи за формулою:

$$K^{поточ} = \frac{K1 + K2 + \dots + Kn}{n},$$

де $K^{поточ}$ – підсумкова оцінка успішності за результатами поточного контролю;

$K1, K2, \dots, Kn$ – оцінка успішності n -го заходу поточного контролю;

n – кількість заходів поточного контролю.

Оцінки конвертуються у бали згідно шкали перерахунку (таблиця 1).

Таблиця 1 – Перерахунок середньої оцінки за поточну діяльність у багатобальну шкалу

4-бальна шкала	100-бальна шкала	4-бальна шкала	100-бальна шкала	4-бальна шкала	100-бальна шкала	4-бальна шкала	100-бальна шкала
5	100	4,45	89	3,90	78	3,35	67
4,95	99	4,4	88	3,85	77	3,3	66
4,9	98	4,35	87	3,80	76	3,25	65
4,85	97	4,3	86	3,75	75	3,2	64
4,8	96	4,25	85	3,7	74	3,15	63
4,75	95	4,20	84	3,65	73	3,1	62
4,7	94	4,15	83	3,60	72	3,05	61
4,65	93	4,10	82	3,55	71	3	60
4,6	92	4,05	81	3,5	70	від 1,78 до 2,99 повторне складання	
4,55	91	4,00	80	3,45	69	від 0 до 1,77 повторне вивчення	
4,5	90	3,95	79	3,4	68		

Підсумкове оцінювання

1 Екзамен проводиться після вивчення всіх тем дисципліни і складається здобувачами вищої освіти в період екзаменаційної сесії після закінчення всіх аудиторних занять

2 До екзамену допускаються здобувачі вищої освіти, які виконали всі види робіт передбачені навчальним планом з дисципліни:

- були присутні на всіх аудиторних заняттях (лекції, семінари, практичні);
- своєчасно відпрацювали всі пропущені заняття;
- набрали мінімальну кількість балів за поточну успішність (не менше 36 балів, що відповідає за національною шкалою «3»);

Якщо поточна успішність з дисципліни нижче ніж 36 балів, здобувач вищої освіти має можливість підвищити свій поточний бал до мінімального до початку екзаменаційної сесії.

3 Оцінювання знань здобувачів при складанні екзамену здійснюється за 100-бальною шкалою.

Оцінювання знань здобувачів шляхом тестування здійснюється за шкалою:

- «Відмінно»: не менше 90 % правильних відповідей;

- «Дуже добре»: від 82 % до 89 % правильних відповідей;
- «Добре»: від 74 % до 81 % правильних відповідей;
- «Задовільно»: від 67 % до 73% правильних відповідей;
- «Задовільно достатньо»: від 60 % до 66 % правильних відповідей;
- «Незадовільно»: менше 60 % правильних відповідей.

4 Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни визначається як середньозважена оцінка, що враховує загальну оцінку за поточну успішність і оцінку за складання екзамену.

5 Розрахунок загальної підсумкової оцінки за вивчення навчальної дисципліни проводиться за формулою:

$$PK^{екз} = 0,6 \cdot K^{поточ} + 0,4 \cdot E,$$

де $PK^{екз}$ – підсумкова оцінка успішності з дисциплін, формою підсумкового контролю для яких є екзамен;

$K^{поточ}$ – підсумкова оцінка успішності за результатами поточного контролю (за 100-бальною шкалою);

E - оцінка за результатами складання екзамену (за 100-бальною шкалою).

0,6 і 0,4 – коефіцієнти співвідношення балів за поточну успішність і складання екзамену.

6 За виконання індивідуальної самостійної роботи та участь у наукових заходах здобувачам нараховуються додаткові бали.

6.1 Додаткові бали додаються до суми балів, набраних здобувачем вищої освіти за поточну навчальну діяльність (для дисциплін, підсумковою формою контролю для яких є залік), або до підсумкової оцінки з дисципліни, підсумковою формою контролю для якої є екзамен.

6.2 Кількість додаткових балів, яка нараховується за різні види індивідуальних завдань, залежить від їх об'єму та значимості:

- призові місця з дисципліни на міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 20 балів;
- призові місця з дисципліни на всеукраїнських олімпіадах – 20 балів;
- участь у міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 15 балів
- участь у міжнародних / всеукраїнських наукових конференціях студентів та молодих вчених – 12 балів;
- участь у всеукраїнських олімпіадах з дисципліни – 10 балів
- участь в олімпіадах і наукових конференціях ХНАДУ з дисципліни – 5 балів;
- виконання індивідуальних науково-дослідних (навчально-дослідних) завдань підвищеної складності – 5 балів.

6.3 Кількість додаткових балів не може перевищувати 20 балів.

7 Загальна підсумкова оцінка за вивчення навчальної дисципліни не може перевищувати 100 балів.

Загальна підсумкова оцінка за вивчення навчальної дисципліни визначається згідно зі шкалою, наведеною в таблиці 2.

Таблиця 2 – Шкала оцінювання знань здобувачів за результатами підсумкового контролю з навчальної дисципліни

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС	
	екзамен	залік	Оцінка	Критерії
90-100	Відмінно	Зараховано	A	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального
80–89	Добре	Зараховано	B	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального
75-79			C	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, деякі практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками
67-74	Задовільно		D	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, можливо, містять помилки
60–66			E	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, багато передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконані, або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального.
35–59	Незадовільно	Не зараховано	FX	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС	
	екзамен	залік	Оцінка	Критерії
0–34	Неприйнятно		F	Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якого-небудь значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов'язковим повторним курсом)

Політика курсу:

- курс передбачає роботу в колективі, середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики;
- освоєння дисципліни передбачає обов'язкове відвідування лекцій і практичних занять, а також самостійну роботу;
- самостійна робота передбачає вивчення окремих тем навчальної дисципліни, які винесені відповідно до програми на самостійне опрацювання, або ж були розглянуті стисло;
- усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;
- якщо здобувач вищої освіти відсутній на заняттях з поважної причини, він презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача;
- курсова робота повинна бути захищена не пізніше, ніж за тиждень до початку екзаменаційної сесії;
- під час вивчення курсу здобувачі вищої освіти повинні дотримуватись правил академічної доброчесності, викладених у таких документах: «Правила академічної доброчесності учасників освітнього процесу ХНАДУ» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_dobroch_1.pdf), «Академічна доброчесність. Перевірка тексту академічних, наукових та кваліфікаційних робіт на плагіат» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_85_1_01.pdf), «Морально-етичний кодекс учасників освітнього процесу ХНАДУ» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_MEK_1.pdf).
- у разі виявлення факту плагіату здобувач отримує за завдання 0 балів і повинен повторно виконати завдання, які передбачені у силабусі;
- списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування.

Рекомендована література:

1.1. Теорія цифрових автоматичних систем колісних та гусеничних транспортних засобів: навчальний посібник / Є. Є. Александров, Т. Є. Александрова, І. В. Костяник, М. П. Холодов. – Харків : ХНАДУ, 2022. – 108 с. (Режим доступу: <https://dSPACE.khadi.kharkov.ua/dSPACE/handle//5952>).

1.2. Александров Є.Є. Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами: Підручник у 3-х томах. Т. 1. Теорія автоматичного керування / За заг. ред. Александрова Є.Є., ред. Козлов Е.П., Кузнецов Б.І. - Харків: НТУ «ХПІ», 2002. - 490 с.

1.3. Гурко О. Г., Кононіхін О.С. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Теорія автоматичного керування» для студентів освітньо-

кваліфікаційного рівня підготовки бакалавр галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», Харків : ХНАДУ, 2020. 24 с.

1.4. Гурко О. Г. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Теорія автоматичного керування». Частина I. Харків : ХНАДУ, 2024. 115 с.

Додаткові джерела:

2.1. Nise N.S. Control System Engineering / N.S. Nise. 8th edition. John Wiley & Sons, 2015. – 944p.

2.2. Nagrath I. J., Gopal M. Control Systems Engineering. 6th edition. New age international publishers, 2017.

3.3. Дистанційний курс освітньої компоненти «Теорія автоматичного керування». Частина 1. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=2295>

3.4. Дистанційний курс освітньої компоненти «Теорія автоматичного керування». Частина 2. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=2495>

3.5. System Modeling: Control Tutorials for MATLAB&Simulink. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ctms.engin.umich.edu/CTMS>.

Розробник
силабусу навчальної дисципліни


підпис

Олександр ГУРКО
ПІБ

Гарант освітньо-професійної програми


підпис

Олександр ГУРКО
ПІБ

Завідувач кафедри


підпис

Олександр ГУРКО
ПІБ