**Силабус**
**освітнього компоненту ВД**

| | |
|---|---|
| Назва дисципліни: | **Моделювання систем автоматичного керування в MATLAB** |
| Рівень вищої освіти: | **перший (освітній)** |
| Сторінка курсу в Moodle: | *https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=3513* |
| Обсяг освітнього компоненту | **4 кредити (120 годин)** |
| Форма підсумкового контролю | **Залік** |
| Консультації: | **за графіком** |
| Назва кафедри: | **кафедра АКІТ** |
| Мова викладання: | **українська** |
| 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 освітнього компонента є формування у здобувачів практичних навичок моделювання, аналізу та синтезу систем автоматичного керування з використанням MATLAB та Simulink.
**Предмет*:*** методи та програмні засоби моделювання, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.
**Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є:**

- ознайомлення з основними можливостями MATLAB та Simulink для моделювання систем автоматичного керування;
- формування навичок побудови математичних і комп'ютерних моделей об'єктів та систем автоматичного керування;
- набуття навичок дослідження динамічних характеристик, аналізу стійкості та якості систем автоматичного керування засобами MATLAB та Simulink;
- формування навичок синтезу та налаштування регуляторів із використанням інструментів MATLAB та Simulink.

**Передумови для вивчення освітнього компоненту:** базові знання з вищої математики та інформатики.

**Компетентності, яких набуває здобувач:**
***Загальні компетентності*:**
- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- Здатність приймати обґрунтовані рішення.

***Спеціальні (фахові) компетентності:***
- Здатність застосовувати методи теорії автоматичного керування для аналізу та синтезу систем автоматичного керування.
- Здатність застосовувати методи математичного моделювання для розроблення моделей систем керування і аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.
- Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища.

**Результати навчання:**

- Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

- Вміти застосовувати методи моделювання для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів і систем автоматичного керування, дослідження їхніх характеристик та аналізу якості функціонування.

- Вміти використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для розв’язання інженерних і дослідницьких задач у галузі автоматизації.

**Тематичний план**

| № теми | Назва тем (ЛК, ПР, СР) | Кількість годин |
|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** |
| **1** | ЛК. Середовище MATLAB та його можливості для моделювання систем автоматичного керування. Основи роботи з MATLAB. Вектори, матриці та графічне представлення результатів обчислень. | 2 |
| | ПР. Основи роботи у MATLAB. Операції з векторами та матрицями. Побудова графіків. | 2 |
| | СР. Програмування у MATLAB. Умовні оператори та цикли. Створення сценаріїв і власних функцій. | 10 |
| **2** | ЛК. Математичні обчислення у MATLAB. Розв'язання алгебраїчних і диференціальних рівнянь та їх систем. | 2 |
| | ПР. Розв'язання алгебраїчних рівнянь та систем рівнянь у MATLAB. | 2 |
| | ПР. Чисельне розв'язання диференціальних рівнянь та їх систем у MATLAB. | 2 |
| | СР. Символьні обчислення у MATLAB. Робота із символьними виразами. Символьне диференціювання та інтегрування. Перетворення математичних виразів. | 10 |
| **3** | ЛК. Математичне та імітаційне моделювання лінійних динамічних систем. Середовище Simulink. Побудова моделей за диференціальними рівняннями. | 2 |
| | ПР. Основи роботи у Simulink. Моделювання лінійних динамічних систем за диференціальними рівняннями. | 2 |
| | ПР. Побудова та дослідження моделей систем автоматичного керування у Simulink. | 2 |
| | СР. Створення та маскування підсистем у Simulink. Використання бібліотек користувача. Обмін даними між MATLAB та Simulink. | 10 |
| **4** | ЛК. Передавальні функції лінійних систем автоматичного керування. Типові динамічні ланки. Структурні схеми та їх перетворення. | 2 |
| | ПР. Створення моделей лінійних систем у вигляді передавальних функцій у MATLAB. Перетворення структурних схем. | 2 |
| | ПР. Моделювання типових динамічних ланок та систем автоматичного керування у Simulink. | 2 |
| | СР. Моделі лінійних систем у просторі станів. Перетворення моделей між формами передавальної функції та простору станів у MATLAB. | 10 |
| **5** | ЛК. Часові та частотні характеристики лінійних систем автоматичного керування. Методи їх побудови та дослідження у MATLAB. | 2 |
| | ПР. Побудова та аналіз перехідних характеристик у MATLAB. | 2 |
| | ПР. Побудова та аналіз частотних характеристик у MATLAB. | 2 |
| | СР. Використання інтерактивних інструментів MATLAB для аналізу лінійних систем автоматичного керування. Робота з Linear System Analyzer. | 10 |

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| **6** | ЛК. Стійкість лінійних систем автоматичного керування. Критерії стійкості Рауса та Найквіста. Запаси стійкості. Аналіз стійкості у MATLAB. | 2 |
| | ПР. Дослідження стійкості систем за розташуванням полюсів та визначення запасів стійкості у MATLAB. | 2 |
| | СР. Критерії стійкості Гурвіца та Михайлова. Дослідження стійкості лінійних систем за критеріями Гурвіца та Михайлова у MATLAB. | 10 |
| **7** | ЛК. Якість лінійних систем автоматичного керування. Показники якості перехідних процесів. Статична точність та астатизм. Інтегральні критерії якості. | 2 |
| | ПР. Дослідження показників якості систем автоматичного керування у MATLAB та Simulink. | 2 |
| | СР. Дослідження чутливості показників якості систем автоматичного керування до зміни параметрів моделей у MATLAB. | 10 |
| **8** | ЛК. Типові регулятори та методи їх налаштування. Автоматизований синтез регуляторів у MATLAB та Simulink. | 2 |
| | ПР. Налаштування ПІД-регуляторів за допомогою PID Tuner. | 2 |
| | ПР. Синтез регуляторів за допомогою Control System Designer. | 2 |
| | СР. Особливості реалізації ПІД-регуляторів у Simulink. Налаштування фільтра диференціальної складової. Обмеження керувального сигналу та запобігання інтегральному насиченню. | 10 |
| **Разом** | **ЛК** | **16** |
| | **ПР** | **24** |
| | **СР** | **80** |
| | **Усього за дисципліною** | **120** |

**Методи навчання:**

1) словесні: традиційні: лекції, пояснення, розповідь тощо;
2) наочні: метод ілюстрацій, метод демонстрацій.
3) практичні: традиційні 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 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 літератури, 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:

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

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

$K1, K2, ..., Kn$ – 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 | від 35 до 59 |
| | | | | | | повторне складання | |
| 4,55 | 91 | 4,00 | 80 | 3,45 | 69 | від 0 до 1,77 | від 0 до 34 |
| 4,5 | 90 | 3,95 | 79 | 3,4 | 68 | повторне вивчення | |

**Підсумкове оцінювання**

**1** Здобувач вищої освіти отримує залік на останньому занятті з дисципліни за результатами поточного оцінювання. Середня оцінка за поточну діяльність конвертується у бали за 100-бальною шкалою, відповідно до таблиці перерахунку (таблиця 1).

Здобувачі вищої освіти, які мають середню поточну оцінку з дисципліни нижче ніж «3» (60 балів), на останньому занятті можуть підвищити свій поточний бал шляхом складання тестів з дисципліни.

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.

**2** Умовою отримання заліку є:

– відпрацювання всіх пропущених занять;

– середня поточна оцінка з дисципліни не нижче «3» (60 балів).

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

**3.1** 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.

**3.2** 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**.**

**3.3** Кількість додаткових балів не може перевищувати 20 балів.

**4** Результат навчання оцінюється за двобальною шкалою (зараховано/не зараховано) згідно з таблицею 2;

Підсумкова оцінка разом з додатковими балами не може перевищувати 100 балів.

**Таблиця 2** – Шкала переведення балів у національну систему оцінювання

| **За 100-бальною шкалою** | **За національною шкалою** |
|---|---|
| від 60 балів до 100 балів | зараховано |
| менше 60 балів | незараховано |

**Таблиця 3** – 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. |

| Оцінка в балах | Оцінка за національною шкалою | | Оцінка за шкалою ЄКТС | |
|---|---|---|---|---|
| | екзамен | залік | Оцінка | Критерії |
| **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) |
| **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;

– 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. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.

2. Бунь, В. П. Теорія автоматичного керування [Електронний ресурс] : Підручник. У 2-х ч. Ч. 1 / В. П. Бунь, Т. Г. Баган ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2025. – 160 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/74546

3. Аблесімов О. К. Теорія автоматичного керування : навчальний посібник / О. К. Аблесімов – К. : «Освіта України», 2019. – 270 с.

4. Теорія автоматичного керування : навчальний посібник / П. В. Леонтьєв та ін. ; за заг. ред. П. В. Леонтьєва. – Суми : Сумський державний університет, 2024. – 296 с.

**Додаткові джерела:**

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

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

3. Engineering Media [Electronic resource]. – Access mode: https://engineeringmedia.com

4. MATLAB and Simulink Videos. [Electronic resource]. – Access mode: https://www.mathworks.com/videos.html

Розробник
силабусу навчальної дисципліни _____ Олександр ГУРКО
підпис ПІБ

Завідувач кафедри _____ Олександр ГУРКО
підпис ПІБ