Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Інженерії програмного забезпечення» (№ 603)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова НМК2

_____ Дмитро КРИЦЬКИЙ
(підпис) (ім'я та прізвище)
« 29 » 08 2025 р.

СИЛАБУС
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОДЕЛЬНО ОРІЄНТОВАНА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

(назва навчальної дисципліни)

Вибірковий блок: *Дисципліна індивідуального вибору 6*
(назва вибіркового блоку)

Галузі знань: E Природничі науки, математика та статистика, F Інформаційні технології, G Інженерія, виробництво та будівництво, J Транспорт та послуги

Спеціальності: E2 Екологія, E4 Науки про Землю, F2 Інженерія програмного забезпечення, F3 Комп'ютерні науки, F4 Системний аналіз та наука про дані, F5 Кібербезпека та захист інформації, F6 Інформаційні системи і технології, F7 Комп'ютерна інженерія, G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка, G6 Інформаційно-вимірювальні технології, G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, G18 Геодезія та землеустрій, G22 Біомедична інженерія, J6 Авіаційний транспорт

Освітні програми: Екологія та охорона навколишнього середовища, Космічний моніторинг Землі, Інженерія програмного забезпечення, Інтелектуальні системи та технології, Інформаційні технології проєктування, Комп'ютеризація обробки інформації та управління, Системний аналіз і управління, Безпека інформаційних і комунікаційних систем, Інформаційні системи та технології підтримки віртуальних середовищ, Системне програмування, Інформаційні мережі зв'язку, Мікро- та наносистемна техніка, Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси, Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів, Якість, стандартизація та сертифікація, Інженерія мобільних додатків, Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва, Геоінформаційні системи і технології, Біомедична інформатика та радіоелектроніка, Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025 року

Харків – 2025 р.

Розробник:Манжос Ю.С., доц. каф. 603, канд. техн. наук., доц. _____
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання) (підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри інженерії програмного забезпечення
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 29 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри д-р техн. наук., проф. _____ І.Б. Туркін
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:
Представник студентського самоврядування _____ Дикун Д.В.
(підпис) (ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача

ПІБ: Манжос Юрій Семенович

Посада: доцент кафедри інженерії програмного забезпечення

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

«Модельно-орієнтована розробка програмного забезпечення»

«Надійність програмно-апаратних комплексів»

«Реляційні бази даних»,

«Тестування та верифікація ПЗ»,

«Якість ПЗ та тестування»

Напрями наукових досліджень:

Метапрограмування, Надійність програмно-апаратних комплексів, Оброблення сигналів, Реляційні бази даних, Системи реального часу, Стиснення даних

Контактна інформація:

y.manzhos@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	*Денна, заочна*
Семестр	3 семестр
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	*вибіркова*
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	*денна*: 3.5 кредити ЄКТС / 105 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 24, практичні – 24; самостійна робота – 57);
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – залік

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – формування у здобувачів освіти здатності провадити науково-інноваційну діяльність, пов'язану із модельно-орієнтованим розробленням програмних систем нга різних етапах життєвого циклу.

Завдання – ознайомити здобувачів з сучасними концепціями розвитку суспільства Industry 4.0 та Industry 5.0 та роллю в них кіберфізичних систем; методами модельно-орієнтованого проектування програмного забезпечення та мовою моделювання Scilab для візуалізації, специфікації, конструювання програмного забезпечення; сформувати практичні навички роботи з середовищем Scilab; розвинути навички реалізації невеликого практичного проєкту, що використовує Scilab на різних етапах модельно-орієнтованого розроблення програмного забезпечення: від побудови моделей до побудови кінцевого програмного забезпечення

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру інженерії програмного забезпечення у професійній діяльності та/або у процесі навчання.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде мати:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

Фахові компетентності (ФК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде мати:

- Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або прикладні проєкти у сфері інженерії програмного забезпечення.
- Здатність розвивати і реалізовувати нові конкурентоспроможні ідеї в інженерії програмного забезпечення.
- Здатність критично осмислювати проблеми у галузі інформаційних технологій та на межі галузей знань, інтегрувати відповідні знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах.

Програмні результати навчання (ПРН):

- Виявляти інформаційні потреби і класифікувати дані для проєктування програмного забезпечення.
- Розробляти і оцінювати стратегії проєктування програмних засобів; обґрунтовувати, аналізувати і оцінювати варіанти проектних рішень з точки

зору якості кінцевого програмного продукту, ресурсних обмежень та інших факторів.

- Аналізувати, оцінювати і застосовувати на системному рівні сучасні програмні та апаратні платформи для розв’язання складних задач інженерії програмного забезпечення.
- Обґрунтовано вибирати парадигми і мови програмування для розроблення програмного забезпечення; застосовувати на практиці сучасні засоби розроблення програмного забезпечення.
- Збирати, аналізувати, оцінювати необхідну для розв’язання наукових і прикладних задач інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела.

4. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. *ІТ технології у сучасному світі: початковий рівень*

Тема 1. Вступ. Індустрія 4.0

Анотація. Сучасний світ і Індустрія 4.0. Прогнозоване технічне обслуговування в Індустрії 4.0. Інтернет речей. Кіберфізичні системи (КФС). Цифрові двійники в Індустрії 4.0. Виклики безпеки, пов'язані з Industry 4.0

Тема лекції: «Вступ. Індустрія 4.0».

Тема практичного заняття: «Встановлення середовища SciLab. Вивчення базових команд та методів створення моделей процесів та об'єктів».

Самостійно робота здобувача освіти: повторення лекційного матеріалу.

Тема 2. Індустрія 5.0

Анотація. Ключові принципи Індустрії 5.0. Сучасний світ і Індустрії 5.0. Порівняння між Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0. Вплив штучного інтелекту на Індустрії 5.0. Ключові напрями розвитку Індустрії 5.0. Ключові технології, що забезпечують Індустрію 5.0. Колаборативні роботи. Підвищення сталого розвитку та стійкості інфраструктури. Приклади з реального життя. Наслідки Індустрії 5.0

Тема лекції: «Основи Індустрія 5.0».

Тема практичного заняття: «Побудова математичних моделей процесів та об'єктів».

Самостійно робота здобувача освіти: повторення лекційного матеріалу, завершення виконання практичної роботи, оформлення звіту та підготовка до захисту практичної роботи.

Тема 3. Модифікація математичних моделей

Анотація. Лінеаризація математичних моделей. Важливість лінеарізації. Лінійні та Нелінійні моделі. Робоча точка та локальна придатність лінеаризованих моделей. Математична основа лінеаризації. Приклади лінеаризації моделей. Безрозмірні математичні моделі. Переваги та виклики безрозмірних моделей. Основні принципи: безрозмірні групи, змінні та параметри. Нормалізація та масштабування. Трансформація диференціальних рівнянь у безрозмірну форму. Інструменти для побудови безрозмірних

математичних моделей. Найкращі практики застосування безрозмірності перед MiL/SiL/HiL

Тема лекції: «Лінійні, нормалізовані та безрозмірні моделі»

Тема практичного заняття: «Лінеаризація математичних моделей процесів та об’єктів».

Самостійно робота здобувача освіти: повторення лекційного матеріалу, завершення виконання практичної роботи, оформлення звіту та підготовка до захисту практичної роботи.

Тема 4. Особливості Кіберфізичних систем

Анотація. Відмінності між КФС та традиційними вбудованими системами Застосування КФС у критичних галузях. КФС у авіакосмічній галузі. КФС у розумних містах. Ризики безпеки та конфіденційності у відкритих КФС. Зворотний зв’язок у КФС. Комунікація у розподілених КФС. Виклики реального часу у КФС. Енергоефективність, затримка та точність. Особливості периферійних обчислень. Поєднання КФС та інтернету речей. Архітектури розподілених КФС. Оброблення даних, затримка та пропускна здатність. Безпека та конфіденційність КФС з периферійним обчисленням. Захист розподілених КФС. Використання периферійних обчислень. Підтримки інтеграції розподілених систем. Майбутні напрями розвитку.

Тема лекції: «Сучасні кіберфізичні системи».

Тема практичного заняття: «Нормалізація математичних моделей».

Самостійно робота здобувача освіти: повторення лекційного матеріалу, завершення виконання практичної роботи, оформлення звіту та підготовка до захисту практичної роботи.

Тема 5. Аерокосмічні кіберфізичні системи

Анотація. Компоненти аерокосмічних КФС. Керування у реальному часі. Ролі вбудованих систем. Зворотні зв’язки у КФС. Відмовостійкость. Поширені сенсори. Керування затримками зв’язку та втратами сигналу. Використання FPGA у аерокосмічних системах

Тема лекції: «Аерокосмічні кіберфізичні системи».

Тема практичного заняття: «Приведення моделей до безрозмірного виду».

Самостійно робота здобувача освіти: повторення лекційного матеріалу, завершення виконання практичної роботи, оформлення звіту та підготовка до захисту практичної роботи.

Тема 6. Цифровий двійник

Анотація. Застосування цифрових двійників у сучасному світі. Цифровий двійник космічного апарату. Застосування цифрового двійника космічного апарата. Адаптивність цифрових двійників у різних фазах місії. Валідація цифрових двійників

Тема лекції: «Цифрові двійники в сучасному середовищі».

Самостійно робота здобувача освіти: повторення лекційного матеріалу, завершення виконання практичної роботи, оформлення звіту та підготовка до захисту практичної роботи.

Модульний контроль 1

Форма проведення: комп'ютерне тестування.

Змістовний модуль 2. ***Модельно-орієнтоване розроблення програмного забезпечення: : поглиблений рівень***

Тема 7. Інтеграція моделювання, тестування та верифікації.

Анотація. Порівняння Model-Based Design та Model-Based Development. MBD у сучасній індустрії. Використання моделей протягом життєвого циклу. Моделі аерокосмічних систем. Раннє виявлення помилок у аерокосмічних системах. Верифікація та валідація моделей для аерокосмічних систем. Автоматична генерація коду. Інструменти для симуляції, генерації коду та верифікації. Міждисциплінарна співпраця в аерокосмічній галузі
Загальний опис життєвого циклу програмного забезпечення. Інтеграція MiL, SiL, PiL і HiL. Поширені інструменти. Поширені мови програмування. Верифікація та валідація у MBD. Виклики MBD у масштабних проєктах

Тема лекції: «Сучасний життєвий цикл розроблення ПЗ»

Самостійно робота здобувача освіти: повторення лекційного матеріалу, завершення виконання практичної роботи, оформлення звіту та підготовка до захисту практичної роботи.

Тема 8. Модельний цикл

Анотація. Типові проблеми і помилки, які можна виявити. Ключові характеристики MiL. Порівняння MiL, SiL, HiL. Виклики тестування MiL. MiL як економічна альтернатива фізичному прототипуванню. Етапи робочого процесу MiL. Інструменти MiL

Тема лекції: «Модельний цикл MiL та його використання для верифікаціх моделей»

Тема практичного заняття: «Верифікація моделей у модельному циклі».

Самостійно робота здобувача освіти: повторення лекційного матеріалу, завершення виконання практичної роботи, оформлення звіту та підготовка до захисту практичної роботи.

Тема 9. Формальна верифікація ПЗ

Анотація. Типи методів формальної верифікації. Інтеграція формальної верифікації з робочими процесами. Автоматизація формальної верифікації. Обмеження формальної верифікації. Поєднання формальної верифікації та штучного інтелекту. Регуляторні та сертифікаційні аспекти у КФС

Тема лекції: «Формальна верифікація ПЗ»

Тема практичного заняття: «Програмна реалізація моделей»

Самостійно робота здобувача освіти: повторення лекційного матеріалу, завершення виконання практичної роботи, оформлення звіту та підготовка до захисту практичної роботи.

Тема 10. Програмний цикл верифікації програмного забезпечення

Анотація. Застосування SiL. Ключові можливості SiL. Виявлення помилок у SiL. Виклики та обмеження. Верифікація та валідація у SiL. Валідація автоматично згенерованого коду у SiL. Оцінка продуктивності системи. Використання SiL у розробленні КФС. Ітераційне розроблення та безперервна інтеграція (CI) для КФС. Інструменти, що використовуються у SiL для розроблення КФС

Тема лекції: «Програмний цикл SiL»

Тема практичного заняття: «Верифікація ПЗ у програмному циклі»

Самостійно робота здобувача освіти: повторення лекційного матеріалу, завершення виконання практичної роботи, оформлення звіту та підготовка до

захисту практичної роботи.

Тема 11. Формальна верифікація ПЗ

Анотація. Типи методів формальної верифікації. Інтеграція формальної верифікації з робочими процесами. Автоматизація формальної верифікації. Обмеження формальної верифікації. Поєднання формальної верифікації та штучного інтелекту. Регуляторні та сертифікаційні аспекти у КФС

Тема лекції: «Формальна верифікація ПЗ»

Тема практичного заняття: «Енергоефективна оптимізація програмного забезпечення»

Самостійно робота здобувача освіти: повторення лекційного матеріалу, завершення виконання практичної роботи, оформлення звіту та підготовка до захисту практичної роботи.

Тема 12. Процесорний та апаратний цикли верифікації програмного забезпечення

Анотація. Важливість PiL для КФС. Основні відмінності між MiL, SiL і PiL. Основні переваги та виклики використання PiL у розробленні систем. Процес PiL-тестування. Застосування PiL у КФС. Апаратні та програмні компоненти у PiL. Перевірка продуктивності ПЗ у PiL. Тестування часових вимог та профілювання виконання у PiL. Автоматична генерація коду у PiL. Виявлення помилок у PiL. Апаратний цикл. Ключові концепції HIL у розробленні систем. Особливості HIL. HiL-тестування у розробленні КФС. Приклад: Система керування польотом дрона. Виявлення помилок у HiL

Тема лекції: «Процесний цикл PiL верифікації ПЗ»
Тема лекції: «Апаратний цикл HiL верифікації ПЗ»

Тема практичного заняття: «Візуалізація результатів моделювання».

Самостійно робота здобувача освіти: повторення лекційного матеріалу, завершення виконання практичної роботи, оформлення звіту та підготовка до захисту практичної роботи.

Модульний контроль 2

Форма проведення: комп’ютерне тестування.

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичні опитування під час захисту практичних робіт), модульний контроль (комп'ютерне дистанційне тестування) та підсумковий (семестровий) контроль (залік).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних/практичних робіт	0…5	5	0…25
Модульний контроль	0…25	1	0…25
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних/практичних робіт	0…5	5	0…25
Модульний контроль	0…25	1	0…25
Усього за семестр			**0…100**

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Семестровий контроль (залік) проводиться у вигляді комп'ютерного тестування. Тест складається з 50 питань закритого типу (за правильну відповідь на одне питання здобувач отримує максимум 2 бали).

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Зараховано (60-100). Здобувач знає сучасні тенденції розвитку суспільства Industry 4.0/5.0, вміє: створювати математичну модель процесів та об'єктів автоматизації, нормалізувати, лінеаризувати модель та приводити її до безрозмірного вигляду, будувати модельний цикл, генерувати програмний код з моделі, та будувати програмний цикл верифікації програмного забезпечення, візуалізувати результати моделювання у середовищі SciLab.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Курс передбачає обов'язкове відвідування лекційних і практичних занять. Здобувачі освіти, які з певних причин не можуть регулярно відвідувати заняття, **зобов'язані** переглядати записи лекцій (посилання на записи викладаються у системі Mentor) та самостійно опановувати теоретичний матеріал, щодо пропуску практичних робіт, то здобувач самостійно ознайомлюється з інструкцією до практичної роботи, виконує її, оформлює звіт і потім захищає роботу на парі; допускається захист кількох робіт одночасно, але не більше трьох практичних робіт за раз.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчестності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем.

Використання ШІ. Дозволяється застосовувати інструменти генеративного ШІ (наприклад, ChatGPT, Copilot тощо) для пошуку довідкової інформації, пояснень синтаксису, прикладів команд або перевірки власних рішень. Не допускається повне копіювання згенерованих рішень без їх розуміння та адаптації, оскільки це не сприяє формуванню практичних навичок. Усі практичні роботи здобувач повинен уміти самостійно пояснити. У деяких практичних роботах для певних задач викладачем буде навіть рекомендовано використання ШІ.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними

стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/).

10. Методичне забезпечення

Розроблений дистанційний курс дисципліни знаходиться за посиланням: https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=9822

11. Рекомендована література

1. Industry 4.0 to Industry 5.0 Explorations in the Transition from a Techno-economic to a Socio-technical Future Springer, Open Access, 2024
2. H. S. Lahman, Model-Based Development: Applications, Addison Wesley, 2011
3. Marco Forlingieri, Jesko G. Lamm, Stephan Roth, Markus Walker Model-Based System Architecture, Wiley, 2nd Edition, April 2022
1. Model-Based Development (MBD) – Режим доступу: https://www.dspace.com/en/pub/home/applicationfields/comp/mbd.cfm
2. John Krogstie Model-Based Development and Evolution of Information Systems A Quality Approach Springer, 2012
3. Model Based Systems Engineering and SysML A Guidebook to Model Based Systems Engineering using Sparx Systems Enterprise Architect, Sparx Systems, 2021

12. Інформаційні ресурси

1. Model-Based Design with Simulink (офіційно від MathWorks) — пояснення підходу, як моделювання працює у Simulink (робочий процес). https://www.mathworks.com/help/simulink/gs/model-based-design.html?utm_source=chatgpt.com

2. Model-Based Design — рішення від MathWorks (огляд переваг і підходів) — інформація про те, чому Model-Based Design використовують у проєктуванні https://nl.mathworks.com/solutions/model-based-design.html

3. Scilab — офіційний сайт — головна сторінка з інформацією про Scilab, можливістю завантаження та навчальними матеріалами: https://www.scilab.org/

4. Scilab for Beginners — базовий початковий PDF-гайд для новачків: https://www.scilab.org/scilab-for-beginners-tutorial