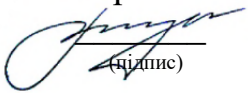
Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Інженерії програмного забезпечення» (№ 603)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

(підпис) І. Б. Туркін
(ініціали та прізвище)

«30 » серпня 2024 р.

СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ* НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Інженерія систем та програмних засобів
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: **12 Інформаційні технології**
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: **121 Інженерія програмного забезпечення**
(код і найменування спеціальності)

Освітньо-професійна програма: **Інженерія програмного забезпечення**
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: ***третій (освітньо-науковий)***

Силабус введено в дію з 01.09.2024 року

Харків – 2024 р.

Розробник: __Туркін І.Б., завідувач каф.603, д.т.н., професор_ _____
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання) (підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри інженерії програмного забезпечення (№ 603)_____
(назва кафедри)

Протокол №1 від « 30» серпня 2024 р.

Завідувач кафедри, _д.т.н., професор_____ _____ __І. Б. Туркін_____
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Представник студентського самоврядування _____ Д.В. Дикун
(підпис) (ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача

ПІБ: Туркін Ігор Борисович
Посада: завідувач кафедри
Науковий ступінь: д.т.н.
Вчене звання: професор.
Перелік дисциплін, які викладає:
Основи програмної інженерії
Екосистеми програмного забезпечення
Системи реального часу
НДР магістра.
Напрями наукових досліджень: інженерія програмного забезпечення, екосистеми програмного забезпечення та цифрові платформи, програмне забезпечення бортових мікроконтролерів супутників та БПЛА.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 1 семестр.

Обсяг дисципліни:

5 кредитів ЄКТС (150 годин), у тому числі аудиторних – 64 годин, самостійної роботи здобувачів – 86 годин

Форма здобуття освіти

Денна, дистанційна.

Дисципліна – обов'язкова.

Види навчальної діяльності – лекції, практичні заняття, самостійна робота здобувача.

Види контролю – модульний контроль, іспит.

Мова викладання – українська**.**

Пререквізити – немає.

Кореквізити – «Дисертаційна робота»

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

Надання здобувачам ступеня доктора філософії з комп'ютерних наук знань, щодо сучасного стану та тенденціям і напрямів наукових досліджень у інженерії програмного забезпечення.

Завдання

Підготовка науковців до проведення наукових досліджень за сучасними напрямами розвитку інженерії програмного забезпечення.

Після опанування дисципліни здобувач набуде наступні **компетентності**:

загальні:

– ЗК01. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

– ЗК02. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері інженерії програмного забезпечення та з дотичних до неї міждисциплінарних напрямах на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

– ЗК03. Здатність працювати в міжнародному контексті.

спеціальні (фахові):

– СК01. Здатність інтегрувати знання з різних галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні комплексних проблем інженерії програмного забезпечення й проведенні досліджень.

– СК02. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері інженерії програмного забезпечення, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

– СК04. Здатність відстежувати тенденції розвитку інженерії програмного забезпечення та критично переосмислювати наявні технології.

– СК05. Здатність до розроблення нових та вдосконалення існуючих моделей, методів, засобів, процесів у сфері інженерії програмного забезпечення, які забезпечують розвиток або надають нові можливості технологіям розробки та супроводження програмного забезпечення.

– СК07. Здатність ініціювати, розробляти та реалізовувати дослідницькі та інноваційні проєкти у сфері інженерії програмного забезпечення, планувати й організовувати роботу дослідницьких колективів.

– СК08. Здатність здійснювати та організовувати науково-педагогічну діяльність у закладах вищої освіти.

Очікується, що після опанування дисципліни здобувачем будуть досягнуті наступні **результати навчання** і він буде:

– РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з інженерії програмного забезпечення та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних

досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напряму, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

– РН04. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми інженерії програмного забезпечення державною та іноземною мовами, оприлюднювати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних наукових виданнях.

– РН10. Аналізувати та оцінювати стан і перспективи розвитку інженерії програмного забезпечення та інформаційних технологій у цілому.

– РН12. Забезпечувати захист інтелектуальної власності у сфері інженерії програмного забезпечення.

– РН13. Організовувати і здійснювати освітній процес у сфері інженерії програмного забезпечення, його наукове, навчально-методичне та нормативне забезпечення, розробляти і викладати спеціальні навчальні дисципліни у закладах вищої освіти.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1

Тема 1. Загальна характеристика проблеми верифікації програм як центральної у галузі програмної інженерії

Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.

Тема практичного заняття: Розгляд прикладів успішної верифікації програм.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): проектор, комп'ютери.

Стисла анотація: Різновиди помилок у програмах та їх вплив на ефективність функціонування кінцевого продукту. Приклади помилкових програм. Тестування та верифікація. Схема верифікації програм та інструментарій для її проведення.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 9 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача: Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 2. Темпоральні логіки (TL)

Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.

Тема практичного заняття: Ознайомлення студентів із методом Model Checking, що реалізовано на основі темпоральних логік, з використанням типових прикладів.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): проектор, комп'ютери.

Стисла анотація: Загальна характеристика TL як різновиду псевдофізичної логіки. Модальні та часові логіки. Темпоральні логіки лінійного часу (LTL).

Системи, що реагують (reactive systems, або RS). Структура Кріпке. Темпоральна логіка часу, який розгалуджується (CTL). Темпоральна логіка минулого.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача: Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 3. Алгоритм Model Checking на основі CTL

Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.

Тема практичного заняття: Вивчення особливостей реалізації алгоритму Model Checking з використанням CTL.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): проектор, комп'ютери.

Стисла анотація: Семантика CTL на деревах обчислень. Формальна семантика CTL. Перевірка виразів CTL на розгортці структури Кріпке. Базиси CTL.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача: Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 4. Алгоритм Model Checking для LTL

Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.

Тема практичного заняття: Побудова автомата Бюхи по LTL-виразу.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): проектор, комп'ютери.

Стисла анотація: Скінчені автомати та автоматні мови. Синхронна композиція автоматів. Теоретико-автоматний метод перевірки можливості реалізації LTL-виразу. Автомати Бюхи та LTL-вирази. Структури Кріпке та автомати Бюхи.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача: Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 5. Структури Кріпке як моделі систем, що реагують (RS)

Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.

Тема практичного заняття: Побудова структур Кріпке для прикладів RS.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): проектор, комп'ютери.

Стисла анотація: RS у вигляді систем переходів. Представлення RS структурою Кріпке. Побудова структури Кріпке для програм високого рівня.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача: Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Модульний контроль 1

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютери.*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – 2 години.*

Підготовка до модульного контролю.

Змістовий модуль 2

Тема 6. Специфікація RS виразами темпоральної логіки

Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.

Тема практичного заняття: Вивчення технології побудови специфікацій властивостей конкретних інженерних систем.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): проектор, комп'ютери.

Стисла анотація: Причинно-наслідковий зв'язок подій. Специфікація LTL-виразами подій у процесі обчислень. Специфікація властивостей програмних систем CTL-виразами.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача: Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 7. Застосування алгоритму Model Checking при верифікації програмних систем.

Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.

Тема практичного заняття: Реалізація прикладних завдань на основі Model Checking.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): проектор, комп'ютери.

Стисла анотація: Аналіз бізнес-процесів. Проблема планування як Model Checking. Верифікація криптографічних протоколів за технологією Model Checking.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача: Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 8. Основи символьної верифікації

Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.

Тема практичного заняття: Застосування структур Кріпке, що подані у вигляді булевих функцій, для верифікації програмних систем.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): проектор, комп'ютери.

Стисла анотація: Представлення систем класу RS у вигляді структур Кріпке із застосуванням апарату булевої алгебри. Символьний алгоритм Model Checking для CTL.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача: Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 9. Кількісний аналіз систем

Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.

Тема практичного заняття: Розгляд прикладів систем, властивості яких можуть бути представлені у виразах PCTL

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): проектор, комп'ютери.

Стисла анотація: Ймовірнісний метод Model Checking. Ймовірнісна логіка часу, що розгалужується (PCTL). Перевірка властивостей, що залежать від дискретного часу та ймовірнісного вибору.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача: Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 10. Верифікація програмних систем реального часу

Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.

Тема практичного заняття: Побудова алгоритмів Model Checking засобами CTL.

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): проектор, комп'ютери.

Стисла анотація: Модель системи реального часу у вигляді часового автомату. Операційна семантика часового автомату як система переходів. Проблема аналізу системи переходів часового автомату. Аналіз часових автоматів засобами CTL. Інструментарій верифікації систем реального часу.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 9 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувача: Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Модульний контроль 2

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютери.*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – 2 години.*

Підготовка до модульного контролю.

5. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання не передбачено навчальним планом.

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й розв'язання практичних завдань), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

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

Прийнята шкала оцінювання

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

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань (кожне питання 35 балів) та одного практичного питання (питання оцінюється в 30 балів).

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Здати основні лабораторні. Здати тестування. Знати різновиди помилок у програмах та їх вплив на ефективність функціонування кінцевого продукту, приклади успішної верифікації програм, загальну характеристику темпоральних логік, особливостей реалізації алгоритму Model Checking з використанням CTL.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, здати всі лабораторні роботи та тестування. Досконало знати різновиди помилок у програмах та їх вплив на ефективність функціонування кінцевого продукту, приклади успішної

верифікації програм, загальну характеристику темпоральних логік, особливостей реалізації алгоритму Model Checking з використанням CTL. Здійснювати реалізацію прикладних завдань на основі Model Checking. Застосовувати структури Кріпке, що подані у вигляді булевих функцій, для верифікації програмних систем. Будувати алгоритми Model Checking засобами CTL.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

10. Політика академічної доброчесності

Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає (Методичні рекомендації для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності. Лист МОН України № 1/9-650 від 23.10.2018 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v-650729-18#n211):

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації».

11. Методичне забезпечення та інформаційні ресурси

1. Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням: https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8435

12. Рекомендована література

Базова

1. R. Armoni, L. Fix, A., et al. The ForSpec Temporal Logic — A New Temporal Property-Specification Language // Proc. 8th Int. Conf. on Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems, 2002.
2. B. Anderson, J. Hansen, et al. The application of model checking for securing e-commerce transactions // Communications of the ACM, v. 49, N6, 2006.
3. Mordechai Ben-Ari. Principles of the Spin Model Checker // Springer, 2008.

4. B. Berard, M. Bidoit, et al. Systems and Software Verification. Model-Checking Techniques and Tools // Springer-Verlag, 2001.
5. Kevin Brewer. Binary decision diagrams and automated verification // Report 2004.
6. S. Chandra et al. Software model checking in practice: An Industrial Case Study, 2001.
7. A. Gurfinkel, O. Wei, M. Chechik. Yasm: A Software Model-Checker for Verification and Refutation 11 LNCS, v. 4144, Springer-Verlag, 2006.
8. Steven P. Miller. Formal verification of synchronous models: An Industrial application of Formal Methods // Rockwell Collins, 2007.
9. P. Pingree, E. Mikk, G. Holzmann, M. Smith, D. Dams. Validation of mission critical software design and implementation using model checking // Proc. Of the 21 st Digital Avioncs Systems Conf., v. 1, 2002.

Допоміжна

1. Чорней Н.Б. Теорія систем і системний аналіз: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Н.Б. Чорней, Р.К. Чорней. – К: МАУП, 2005. – 256 с.
2. Лесечко М.Д. Основи системного підходу: теорія, методологія, практика: Навч. посіб. – Львів: ЛРІДУ УАДУ, 2002.
3. Варенко В. М., Братусь І. В., Дорошенко В. С., Смольников Ю. Б., Юрченко В. О. Системний аналіз інформаційних процесів: Навч. посіб. / В. М. Варенко, І. В. Братусь, В. С. Дорошенко, Ю. Б. Смольников, В.О. Юрченко. – К.: Університет «Україна», 2013. – 203с.
4. B. Langlois, J. Barata, D. Exertier. Improving MDD productivity with Software Factories. // First Int. Workshop on Software Factories, 2005.