

Затверджено
завідувач кафедри КІ

 Ігор БУЧЕНКО

“ 31 ” серпня 2026 р.

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Методологія верифікації та розгортання комп'ютерних систем»

Лектор курсу			Волохін Віталій Васильович, кандидат технічних наук, доцент кафедри Комп'ютерної інженерії ННІТ		Контактна інформація лектора (e-mail)	E-mail: v.volohin@duikt.edu.ua Код курсу в Google Classroom – _____ Посилання на курс: _____	
Галузь знань			F «Інформаційні технології»		Рівень вищої освіти	третій (освітньо-науковий) – доктор філософії	
Спеціальність			F7 Комп'ютерна інженерія		Семестр	3	
Освітня програма			Комп'ютерна інженерія		Тип дисципліни	Обов'язкова, поглиблена професійна підготовка	
Обсяг:	Кредитів ECTS	Годин	За видами занять:				
			Лекцій	Семінарських занять	Практичних занять	Лабораторних занять	Самостійна підготовка
	3	90	18	-	18	-	54
АНОТАЦІЯ КУРСУ							
Взаємозв'язок у структурно-логічній схемі							
Освітні компоненти, які передують вивченню			Концепція розвитку програмно-апаратних платформ для корпоративної ІТ-структури. Дослідження і проектування інтелектуальних комп'ютерних систем та мереж.				
Освітні компоненти для яких є базовою			Вибіркові дисципліни: Моделювання інтелектуальних інформаційних систем; Методи оптимізації комп'ютерних систем та мереж; Операційні системи та системні оболонки апаратних комплексів комп'ютерної інженерії. Підготовка та захист дисертації доктора філософії.				
Мета курсу:	Сформувати в аспірантів знання методології верифікації та валідації апаратно-програмних комп'ютерних систем і навички дослідження процесів їх розгортання в локальних, хмарних та гібридних середовищах із забезпеченням якості, надійності та безпеки.						
Компетентності відповідно до освітньої програми							
Загальні компетентності (ЗК)					Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)		
ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.					СК04. Здатність ефективно застосовувати методи аналізу, математичне		

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК06. Здатність набуття універсальних навичок дослідника, зокрема, усної чи письмової презентації власного наукового дослідження українською та англійською мовами, застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності, пошуку та критичного аналізу інформації, управління науковими проектами та/або складання пропозицій щодо фінансування наукових досліджень, реєстрації прав інтелектуальної власності. ЗК08. Здатність працювати як індивідуально, так і в команді. ЗК09. Здатність творчо і креативно мислити.	моделювання, виконувати натурні та математичні експерименти при проведенні наукових досліджень. СК06. Здатність аргументувати вибір методу розв'язання наукової задачі, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення. СК07. Здатність використовувати методи фундаментальних і прикладних дисциплін для опрацювання, аналізу й синтезу результатів досліджень.
---	--

Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН1. Мати передові концептуальні та методологічні знання об'єктів професійної діяльності комп'ютерної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з комп'ютерної інженерії, ІТ-інфраструктур та інформаційних технологій, отримання нових знань та/або здійснення інновацій. ПРН2. Знати сучасні методи проведення досліджень в галузі комп'ютерної інженерії та інформаційних технологій, а саме: способи подання, отримання, зберігання, передавання, опрацювання та захисту інформації, математичні моделі обчислювальних процесів, технології виконання обчислень (високопродуктивних, паралельних, розподілених, мобільних, веб-базованих та хмарних, зелених або енергоефективних, безпечних, автономних, адаптивних, інтелектуальних), а також квантових, біомолекулярних, оптичних та оброблення великих даних тощо, а також технології людино-машинної взаємодії та кооперації, доданої та віртуальної реальності. ПРН5. Знати методологію, методи та методики проведення експериментів, збору даних та моделювання в комп'ютерних та кіберфізичних системах та мережах, а також інших об'єктів професійної діяльності комп'ютерної інженерії. ПРН7. Вміти розв'язувати задачі синтезу та аналізу об'єктів дослідження комп'ютерної інженерії та їх окремих складових серед яких: аналогові та цифрові комп'ютери (електронні, квантові, біомолекулярні, оптичні тощо) та комп'ютерні системи універсального або спеціального призначення (стаціонарні, мобільні, вбудовані, розподілені тощо); локальні, глобальні комп'ютерні мережі; кіберфізичні системи, Інтернет речей, системи для оброблення великих даних та штучного інтелекту, ІТ-інфраструктури; їх програмно-технічні засоби (апаратні, програмні, програмовані, реконфігуровані, системне та прикладне програмне забезпечення), інтерфейси та протоколи взаємодії їх компонентів. ПРН8. Вміти розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі, інформаційні процеси, технології, методи, способи, інструментальні засоби та системи для автоматизованого та автоматичного проектування; налагодження, виробництва й експлуатації комп'ютерів та комп'ютерних систем і мереж, кіберфізичних систем, Інтернету речей та ІТ-інфраструктур, розроблення, верифікації та розгортання програмного забезпечення та систем у хмарних та інших середовищах, забезпечення якості, надійності та безпеки а також ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямках. ПРН9. Вміти застосовувати системний підхід, інтегруючи знання з різних дисциплін та враховуючи нетехнічні аспекти, під час розв'язання теоретичних та прикладних задач в предметній області наукових досліджень.
--

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ			
Тема, опис теми	Вид заняття	Оцінювання за тему	Форми і методи навчання/питання до самостійної роботи
Розділ 1. Методологічні основи верифікації			
Тема 1. Верифікація та валідація комп'ютерних систем <i>Рекомендовані джерела: [1, 2, 5, 6]</i>			
Заняття 1.1. Поняття верифікації та валідації. Життєвий цикл V&V. Стандарти IEEE 1012, ISO/IEC/IEEE 29119.	Лекція 1 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування.
Заняття 1.2. Розроблення плану верифікації та валідації для комп'ютерної системи.	Практичне заняття 1 2 год	4 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, обговорення результатів.
Тема 2. Формальні методи верифікації <i>Рекомендовані джерела: [1, 2, 5, 6]</i>			
Заняття 2.1. Формальні специфікації. Темпоральні логіки LTL і CTL. Перевірка моделей (model checking).	Лекція 2 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування.
Заняття 2.2. Верифікація моделі паралельної системи засобами перевірки моделей.	Практичне заняття 2 2 год	4 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, обговорення результатів.
Тема 3. Тестування та симуляційна верифікація <i>Рекомендовані джерела: [1, 2, 5, 6]</i>			
Заняття 3.1. Рівні та методи тестування. Покриття, мутаційне тестування. Верифікація апаратних засобів методом симуляції.	Лекція 3 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування.
Заняття 3.2. Розроблення тестового набору та оцінювання покриття.	Практичне заняття 3 2 год	4 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, обговорення результатів.
Розділ 2. Методологія розгортання			
Тема 4. Моделі та стратегії розгортання <i>Рекомендовані джерела: [3, 4, 7]</i>			

Заняття 4.1. Розгортання в локальних, хмарних і гібридних середовищах. Blue-green, canary, rolling deployment.	Лекція 4 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування.
Заняття 4.2. Порівняльний аналіз стратегій розгортання для заданої системи.	Практичне заняття 4 2 год	4 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, обговорення результатів.
Тема 5. Контейнеризація та оркестрація <i>Рекомендовані джерела: [3, 4, 7]</i>			
Заняття 5.1. Контейнери, образи, реєстри. Оркестрація засобами Kubernetes. Інфраструктура як код.	Лекція 5 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування.
Заняття 5.2. Розгортання багатокомпонентного застосунку в контейнерному середовищі.	Практичне заняття 5 2 год	4 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, обговорення результатів.
Тема 6. Безперервна інтеграція та доставка (CI/CD) <i>Рекомендовані джерела: [3, 4, 7]</i>			
Заняття 6.1. Конвеєри CI/CD. Автоматизація збирання, тестування та розгортання. Практики DevOps.	Лекція 6 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування.
Заняття 6.2. Побудова конвеєра CI/CD з автоматизованою верифікацією.	Практичне заняття 6 2 год	4 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, обговорення результатів.
Розділ 3. Забезпечення якості та надійності розгорнутих систем			
Тема 7. Моніторинг та спостережуваність <i>Рекомендовані джерела: [4, 7, 8]</i>			
Заняття 7.1. Метрики, журнали, трасування. SLI, SLO, SLA. Практики SRE.	Лекція 7 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування.
Заняття 7.2. Налаштування моніторингу розгорнутої системи та визначення SLO.	Практичне заняття 7 2 год	4 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, обговорення результатів.

Тема 8. Надійність і відмовостійкість <i>Рекомендовані джерела: [4, 7, 8]</i>			
Заняття 8.1. Моделі надійності. Резервування, автоматичне відновлення, хаос-інжиніринг.	Лекція 8 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування.
Заняття 8.2. Експериментальне дослідження відмовостійкості розгорнутої системи.	Практичне заняття 8 2 год	4 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, обговорення результатів.
Тема 9. Верифікація безпеки розгортання <i>Рекомендовані джерела: [4, 7, 8]</i>			
Заняття 9.1. Безпека ланцюга постачання ПЗ, сканування вразливостей, DevSecOps.	Лекція 9 2 год		Пояснювально-ілюстративний, лекція-візуалізація, бліц опитування.
Заняття 9.2. Аналіз безпеки конвеєра розгортання та формування рекомендацій.	Практичне заняття 9 2 год	4 бали	Усне опитування, виконання завдань на практичне застосування знань і вмінь, обговорення результатів.

Самостійна робота			
Розділ 1. Методологічні основи верифікації	18 год.	8 балів	Огляд сучасних інструментів формальної верифікації. Застосування методів верифікації в темі власного дослідження.
Розділ 2. Методологія розгортання	18 год.	8 балів	Порівняння платформ оркестрації. Проектування архітектури розгортання експериментальної системи дисертаційного дослідження.
Розділ 3. Забезпечення якості та надійності розгорнутих систем	18 год.	8 балів	Методи оцінювання надійності комп'ютерних систем. Підготовка аналітичного огляду з верифікації та розгортання.
МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ			
● Мультимедійний проектор; ● Комп'ютерний клас з програмним забезпеченням для контейнеризації, CI/CD та перевірки моделей;			

- Доступ до хмарних сервісів для навчання.

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

1. Baier C., Katoen J.-P. Principles of Model Checking. Cambridge, MA : MIT Press, 2008. 975 p.
2. Clarke E. M., Henzinger T. A., Veith H., Bloem R. (eds.) Handbook of Model Checking. Cham : Springer, 2018. 1212 p.
3. Humble J., Farley D. Continuous Delivery: Reliable Software Releases through Build, Test, and Deployment Automation. Boston : Addison-Wesley, 2010. 463 p.
4. Kim G., Humble J., Debois P., Willis J. The DevOps Handbook. Portland : IT Revolution Press, 2016. 480 p.
5. Myers G. J., Sandler C., Badgett T. The Art of Software Testing. 3rd ed. Hoboken : Wiley, 2011. 256 p.
6. IEEE Std 1012-2016. IEEE Standard for System, Software, and Hardware Verification and Validation.
7. Burns B., Beda J., Hightower K., Evenson L. Kubernetes: Up and Running. 3rd ed. Sebastopol : O'Reilly, 2022. 326 p.
8. Beyer B., Jones C., Petoff J., Murphy N. R. Site Reliability Engineering. Sebastopol : O'Reilly, 2016. 552 p.

ПОЛІТИКА КУРСУ («ПРАВИЛА ГРИ»)

- 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 включає в себе теоретичне вивчення питань, що стосуються тем лекційних занять, які не ввійшли в теоретичний курс, або ж були розглянуті коротко, їх поглиблена проробка за рекомендованою літературою.
- Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін.
- Якщо студент відсутній з поважної причини, він презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача.
- Під час роботи над завданнями не допустимо порушення академічної доброчесності: при використанні Інтернет ресурсів та інших джерел інформації студент повинен вказати джерело, використане в ході виконання завдання. У разі виявлення факту плагіату студент отримує за завдання 0 балів.
- Студент, який спізнився, вважається таким, що пропустив заняття з неповажної причини з виставленням 0 балів за заняття, і при цьому має право бути присутнім на занятті.
- За використання телефонів і комп'ютерних засобів без дозволу викладача, порушення дисципліни студент видаляється з заняття, за заняття отримує 0 балів.

КРИТЕРІЇ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ

Умовою допуску до підсумкового контролю є виконання всіх практичних (семінарських) завдань і завдань самостійної роботи, передбачених силабусом.			
Форми контролю	Види навчальної роботи		Оцінювання
ПОТОЧНИЙ КONTPOЛЬ	● Виконання практичних робіт		36 балів
	● Самостійна робота		24 бали
ПІДСУМКОВЕ ОЦІНЮВАННЯ Екзамен	Екзамен проходить у письмовій формі (теоретичні питання та практичне завдання).		40 балів
Додаткова оцінка			
Види навчальної роботи			Оцінювання
Участь у наукових конференціях, підготовка наукових публікацій за тематикою освітньої компоненти:			
- Тези доповіді на фаховій конференції			3 бали
- Стаття у фаховому виданні			5 балів
- Стаття в іноземному рецензованому виданні			10 балів
Максимальна кількість додаткових балів, які можуть бути зараховані здобувачу освіти - 10 балів.			
ПІДСУМКОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНУ			
бали	Критерії оцінювання	Рівень компетентності	Оцінка /запис в екзаменаційній відомості
90-100	Студент демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Вміє реалізувати теоретичні положення дисципліни в практичних розрахунках, аналізувати та співставляти дані об’єктів діяльності фахівця на основі набутих з даної та суміжних дисциплін знань та умінь. Знає сучасні технології та методи розрахунків з даної дисципліни. За час навчання при проведенні практичних занять, при виконанні індивідуальних / контрольних завдань проявив вміння самостійно вирішувати поставлені завдання, активно включатись в дискусії, може відстоювати власну позицію в питаннях та рішеннях, що розглядаються. Зменшення 100-бальної оцінки може бути пов’язане з недостатнім розкриттям питань, що стосується	Високий Повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни. Власні пропозиції студента в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін, а також знання, набуті при самостійному поглибленому вивченні питань, що відносяться до	Відмінно / Зараховано (А)

	дисципліни, яка вивчається, але виходить за рамки об'єму матеріалу, передбаченого робочою програмою, або студент проявляє невпевненість в тлумаченні теоретичних положень чи складних практичних завдань.	дисципліни, яка вивчається.	
82-89	Студент демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною. Знає сучасні технології та методи розрахунків з даної дисципліни. За час навчання при проведенні практичних занять, при виконанні індивідуальних / контрольних завдань та поясненні прийнятих рішень, дає вичерпні пояснення.	Достатній Забезпечує студенту самостійне вирішення основних практичних задач в умовах, коли вихідні дані в них змінюються порівняно з прикладами, що розглянуті при вивченні дисципліни	Добре / Зараховано (B)
75-81	Студент в загальному добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати при вирішенні типових практичних завдань, але допускає окремі неточності. Вміє пояснити основні положення виконаних завдань та дати правильні відповіді при зміні результату при заданій зміні вихідних параметрів. Помилки у відповідях/ рішеннях/ розрахунках не є системними. Знає характеристики основних положень, що мають визначальне значення при проведенні практичних занять, при виконанні індивідуальних / контрольних завдань та поясненні прийнятих рішень, в межах дисципліни, що вивчається.	Достатній Конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають утруднення.	Добре / Зараховано (C)
64-74	Студент засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	Середній Забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни	Задовільно / Зараховано (D)
60-63	Студент має певні знання, передбачені в робочій програмі дисципліни, володіє основними положеннями, що вивчаються на рівні, який визначається як мінімально допустимий. З використанням основних теоретичних положень, студент з труднощами пояснює правила вирішення практичних/розрахункових завдань дисципліни. Виконання практичних / індивідуальних / контрольних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	Середній Є мінімально допустимим у всіх складових навчальної програми з дисципліни	Задовільно / Зараховано (E)

35-59	Студент може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни студент виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних робіт в більшості є невірними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у студента відсутні.	Низький Не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни	Незадовільно з можливістю повторного складання) / Не зараховано (FX) В залікову книжку не проставляється
1-34	Студент повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Студент не допущений до здачі екзамену/заліку.	Незадовільний Студент не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням / Не допущений (F) В залікову книжку не проставляється