



ЗАТВЕРДЖУЮ

ФІТ

Савенко О.С.

2022_р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Формальні методи розроблення критичних систем

Назва

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія очної денної форми здобуття освіти (доктор філософії)

Освітня програма Комп'ютерна інженерія

Статус дисципліни: обов'язкова, цикл спеціальної підготовки

Факультет – інформаційних технологій

Кафедра – Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин						Форма семестрового контролю			
			Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проект	Курсова робота	Залік	Іспит
					Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
Д	1	1	4.0	120	51	17	34			69	-	-		-
Разом ДФН			4.0	120	51	17	34			69	-	-		1

Робоча програма складена на основі освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії

Програма складена Лисенком С.М.
 Підпис Ініціали, прізвище викладача(ів)

Схвалена на засіданні кафедри КІІС

Протокол № 1 від 12.08.2022 р.

Зав. кафедри КІІС

Говорущенко Т.О.
 Підпис Ініціали, прізвище

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова Вченої ради

Савенко О.С.
 Підпис Ініціали, прізвище

Хмельницький 2022

ВСТУП

Анотація дисципліни. Дисципліна викладається для здобувачів третього (доктор філософії) рівня вищої освіти денної форми навчання спеціальностей галузі інформаційних технологій. При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема, методи проблемного навчання.

Метою дисципліни є: 1) ознайомити студентів з загальною теорією формальних числень, класичних і темпоральних формальних логік в наукових дослідженнях і експериментах; 2) надати глибокі знання підходів до формальної специфікації семантики критичних систем, які необхідні для подальшої наукової та професійної діяльності; 3) ознайомити студентів з основними методами доведення властивостей формальних моделей критичних систем, що використовується при розв'язуванні наукових задач; 4) виробити у студентів вміння використовувати методів автоматизації формальних доведень та методів автоматизованого синтезу критичних систем; 5) навчити здійснювати моделювання перехідних систем, практичних, перевірка моделей засобами STL та LTL; 6) підготувати студентів до провадження дослідницької та/або інноваційної діяльності в галузі інформаційних технологій; 7) ознайомити студентів з основами академічної доброчесності при застосуванні відомих формальних методів.

Предмет дисципліни. Формальні методи розробки та супроводу критичних систем.

Завдання дисципліни. Опанування формальними методами розробки та супроводу критичних систем; опанування основними базовими формальними методами, що застосовуються для моделювання, розробки та тестування критичних систем, оволодіння основними прийомами формального опису моделей та доведення їх властивостей, вироблення вміння самостійно розширювати знання нових методів формальної специфікації і верифікації критичного програмного забезпечення та використовувати їх у прикладних задачах.

Після вивчення дисципліни «Формальні методи розроблення критичних систем» докторант має досягти таких результатів навчання (сукупність знань, умінь, навичок, компетентностей):

знати:

- загальну теорію формальних числень, класичних і темпоральних формальних логік та виводу у них, підходів до формальної специфікації семантики критичних систем;
- основні методи доведення властивостей формальних моделей програм, методів автоматизації формальних доведень та методів автоматизованого синтезу критичних систем;
- знати мови та методи специфікації критичних систем;

вміти:

- застосовувати формальні методи, порівняльні характеристики їх властивостей і приклади застосування для побудови та верифікації критичних систем;

бути здатним:

- проводити дослідження складних міждисциплінарних проблем різної природи на основі системного аналізу, формалізація системних задач, що мають суперечливі цілі та невизначеності; володіння методологією наукових досліджень складних міждисциплінарних проблем різної природи, методів формалізації системних завдань;
- вибирати адекватний математичний апарат для побудови формальної моделі конкретної критичних систем, використовувати теоретичні поняття та факти для розв'язання конкретних задач; знання, розуміння та володіння методами формальної специфікації і верифікації критичних систем та якісного аналізу результатів їх застосування;
- уміти у відповідності до розроблюваного критичних систем будувати Z – специфікацію.

Програмні компетентності

Інтегральна компетентність. Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері комп'ютерної інженерії та комп'ютерних технологій, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

ЗК6. Здатність працювати як індивідуально, так і в команді.

ФК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерної інженерії та суміжних галузей.

ФК6. Здатність інтегрувати знання з різних галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач та проведенні досліджень.

ФК7. Здатність генерувати нові ідеї щодо розвитку теорії та практики комп'ютерної інженерії, виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з 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, IT-інфраструктур та інформаційних технологій, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН2. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерної інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблем.

ПРН7. Застосовувати загальні принципи та методи математики, інформатики та інших наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері комп'ютерної інженерії.

ПРН9. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

Програмні результати навчання, визначені за освітньо-науковою програмою:

ПРН11. Вміти розв'язувати задачі синтезу та аналізу об'єктів дослідження комп'ютерної інженерії та їх окремих складових, серед яких: аналогові та цифрові комп'ютери та комп'ютерні системи універсального або спеціального призначення; локальні, глобальні комп'ютерні мережі; кіберфізичні системи, Інтернет речей, системи для оброблення великих даних та штучного інтелекту, IT-інфраструктури; їх програмно-технічні засоби, інтерфейси та протоколи взаємодії їх компонентів.

ПРН12. 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, доступно представляти та обговорювати отримані результати наукових досліджень, забезпечуючи ефективний трансфер набутих знань.

ПРН13. Вміти системно мислити, адаптуватися до нових умов, застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей, самостійно приймати рішення та ініціювати оригінальні дослідницько-інноваційні проекти.

ПРН14. Вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди.

ФОРМАЛЬНІ МЕТОДИ РОЗРОБЛЕННЯ КРИТИЧНИХ СИСТЕМ

Тип дисципліни	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Мова викладання	українська
Семестр	1
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	4
Форми здобуття освіти	Денна

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: мати передові концептуальні та методологічні знання з 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; планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерної інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблем; застосовувати загальні принципи та методи математики, інформатики та інших наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері комп'ютерної інженерії; застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи; вміти розв'язувати задачі синтезу та аналізу об'єктів дослідження комп'ютерної інженерії та їх окремих складових, серед яких: аналогові та цифрові комп'ютери та комп'ютерні системи універсального або спеціального призначення; локальні, глобальні комп'ютерні мережі; кіберфізичні системи, Інтернет речей, системи для оброблення великих даних та штучного інтелекту, ІТ-інфраструктури; їх програмно-технічні засоби, інтерфейси та протоколи взаємодії їх компонентів; 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, доступно представляти та обговорювати отримані результати наукових досліджень, забезпечуючи ефективний трансфер набутих знань; вміти системно мислити, адаптуватися до нових умов, застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей, самостійно приймати рішення та ініціювати оригінальні дослідницько-інноваційні проекти; вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди.

Зміст навчальної дисципліни. Специфікація вимог до програмного забезпечення. Профілювання вимог до комп'ютерних мереж. Формальні методи розроблення та верифікації. Формальні методи аналізу надійності.
Запланована навчальна діяльність: лекції - 17 год., лабораторні заняття – 34 год., самостійна робота - 69 год., разом – 120 год.

Методи навчання: методи проблемного викладання, словесні, наочні (лекції); пояснювально-ілюстративні, проблемного викладання, дослідницькі, частково-пошукові (лабораторні заняття), проблемного викладання, дослідницькі, частково-пошукові (самостійна робота: індивідуальні завдання).

Форми оцінювання результатів навчання: контрольна робота, захисти лабораторних робіт

Форма семестрового контролю: іспит

Навчальні ресурси:

1. Нестеренко Б.Б., Новотарський М.А. Формальні засоби моделювання паралельних процесів та систем : праці Інституту математики НАН України. Т.90. Київ: Ін-т математики НАН України, 2012. 334 с.
2. Flemming Nielson, Hanne Riis Nielson. Formal Methods: An Appetizer Hardcover. Springer, 2019. 160 p. ISBN-10: 3030051552.
3. Gerard O'Regan. Concise Guide to Software Testing (Undergraduate Topics in Computer Science) Paperback. Springer, 2019. 293 p. ISBN-10: 303028493X.
4. Jiacun Wang, William Teufenhart. Formal Methods in Computer Science. 1st Edition. Chapman and Hall/CRC. 2019. 294 Pages. ISBN 9781498775328.
5. Jim Woodcock, Jim Davies. Using Z Specication, Refinement, and Proof. University of Oxford. <http://www.cs.cmu.edu/~15819/zedbook.pdf>.
6. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
7. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/p1age_lib.php.

Викладач: доктор техн. наук, професор Лисенко С.М.

3. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин відведених на:		
	Лекції	Лабораторні роботи	СРС
Тема 1. Поняття формальних методів та моделювання перехідних систем	4	4	14
Тема 2. Основи темпоральних логік	4	4	7
Тема 3. Перевірка моделей засобами CTL	4	8	16
Тема 4. Перевірка моделей засобами автоматично-теоретичної LTL. Обмежена SAT-перевірка моделей	4	8	24
Тема 5. Мова специфікацій Z	2	10	8
Години	17*	34	69
Разом	120 (4.0 кредитів)		

Примітка.

* по чисельнику – 18 годин, по знаменнику – 16 годин (розрахунок здійснюється відповідно до розкладу занять)

4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

4.1. Зміст лекційного курсу*

№ п/п	Перелік тем лекцій, їх анотація	Години
1	Лекція 1. Поняття формальних методів (Introduction to formal methods). Необхідність формальних методів. Задачі, які вирішуються традиційними методами. Формальні методи. Формальні методи верифікації. Приклад прикладних застосувань [1,4,5]	2
2	Лекція 2. Моделювання перехідних систем (Modeling Transition Systems). Моделювання перехідних систем на основі моделей Кріпке. Мови моделювання перехідних систем. Властивості перехідних систем [1,2,5]	2
3	Лекція 3. Основи темпоральних логік (Introduction to temporal logics) Деякі відомості про булеві загальні принципи булевої логіки на основі темпоральних логік. Лінійна темпоральна логіка (Linear Temporal Logic, LTL). Логіки дерев обчислень – CTL. Приклади перевірки моделей CTL та LTL. Точність та достовірність моделей Кріпке [1,4,5]	2
4	Лекція 4. Перевірка моделей засобами CTL Перевірка моделі CTL: загальні принципи. Перевірка моделі CTL: простий приклад. Теоретичні основи CTL. Перевірка моделі CTL: алгоритми [1,2,4,5].	2
5	Лекція 5. Засоби символічної перевірки моделей. Справедлива перевірка моделей засобами CTL (Fair CTL Model Checking) Впорядковані діаграми прийняття рішень. Символьне представлення систем. Символічна перевірка моделі засобами CTL. Приклад системи на основі інваріантів. Ефективність засобів символічної перевірки моделей. Справедлива виразна можливість перевірки моделі. Слабка справедливність. Сильна справедливність. Справедливі алгоритми CTL. Перевірка справедливості. Алгоритм Емерсона-Лей. [1–5]	2
6	Лекція 6. Перевірка моделей засобами автоматично-теоретичної LTL (Automata-theoretic LTL Model Checking) Огляд автоматичних теорії автоматів. Обмеження мови. Автомати на кінцевих словах. Автомати на скінченних словах. Перевірка пустоти. Автоматично-теоретичний підхід до перевірки моделей. Автоматично-теоретична перевірка моделі засобами LTL. Перехід від моделей Кріпке до автоматів Бюші (Büchi). Перехід від формул LTL автоматів Бюші. Динамічна побудова Автомата Бюші.[1,4,8]	2
7	Лекція 7. Обмежена SAT-перевірка моделей (SAT-Based Bounded Model Checking) Необхідність обмеженої SAT-перевірка моделей. Основи SAT-рішень. Обмежена перевірка моделі: приклад. Індуктивні висновки на інваріантах. [2,4,5].	2
8	Лекція 8. SAT-абстракція та SAT-удосконалення в перевірці моделей (SAT-Based Abstraction/Refinement in Model-Checking) Базові поняття SAT-абстракція та SAT-удосконалення. Поняття абстракції. Надмірне наближення, моделювання, бісимуляція. Уточнення абстракції. [3–7]	2
9	Лекція 9. Мова специфікацій Z Типи даних мови Z. Огляд синтаксису мови Z. Символи операцій. Специфікації. . Оцінювання Z специфікації [2,6,7,10].	2
	Разом	17*

Примітка. * по чисельнику – 18 годин, по знаменнику – 16 годин (розрахунок здійснюється відповідно до розкладу занять)

4.2 Зміст лабораторних занять

Таблиця 4 – Перелік лабораторних занять для докторів філософії

№ п/п	Теми лабораторних робіт	Кіль кість годин
1	Лабораторна робота №1. Типи даних мови Z Об'єкти та типи. Множини та множина типів. Кортежі та декартові добутки. Відношення та функції. [1,4].	4
2	Лабораторна робота №2. Властивості. Об'єднання властивостей. Оформлення та перейменування. [1,4].	4
3	Лабораторна робота №3. Схеми Об'єднання схем. Змінні та область їх дії [2,9]	4
4	Лабораторна робота №4. Огляд синтаксису мови Z Короткий огляд синтаксису мови Z. Word та ідентифікатори. Символи операцій. Специфікації. Визначення базових типів. Аксиоматичні описи. Обмеження . Визначення схеми . Скорочені визначення [1-4].	4
5	Лабораторна робота №5. Зсилки схеми Декларація змінних. Текст схеми. Вирази. Предикати. Схема виразів. Види. Видові схеми . Видові константи [2,6,9,10].	4
6	Лабораторна робота №6. Математичні засоби Множини. Способи завдання множин. Операції над множинами. Відношення. Функції. Числа та обмеження. Послідовності. Вільні типи. Оцінювання Z специфікації [2,6,7,10].	4
7	Лабораторна робота №7. Побудова критичних систем на прикладі телефонної мережі [2,7,9,10].	4
8	Лабораторна робота №8. Побудова критичних систем на прикладі контролю повітряного руху [2,6,9,15].	4
9	Підсумкове заняття.	2
Всього		34

4.3 Зміст самостійної (індивідуальної) роботи

Об'єм самостійної роботи з дисципліни “Формальні методи розроблення критичних систем” становить 69 годин. Він включає опрацювання лекційного матеріалу, підготовку до виконання лабораторних робіт і їх захисту, підготовку до поточного контролю, а також самостійну роботу докторів філософії .

Таблиця 6 – Зміст самостійної роботи докторів філософії

Номер тижня	Вид самостійної роботи	К-ть годин
1-2	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР1	7
3-4	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР1. Підготовка до ЛР2	7
5-6	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР2. Підготовка до ЛР3	7
7-8	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР3. Підготовка до ЛР4	8
9-10	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР4. Підготовка до ЛР5	8
11-12	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР5. Підготовка до ЛР6	8
13-14	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР6. Підготовка до ЛР7	8
15-16	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР7. Підготовка до ЛР8	8
17	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту ЛР8. Підготовка до ТК	8
	Разом за семестр:	69

Керівництво самостійною роботою та контроль за виконанням індивідуального завдання здійснює викладач згідно з розкладом консультацій у позаурочний час.

5. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів. Зокрема, лекції проводяться в основному методами проблемного викладання, словесними, наочними з використанням інформаційних технологій. Лабораторні заняття проводяться з використанням методів пояснювально-ілюстративних, проблемного викладання, дослідницьких, частково-пошукових з використанням інформаційних технологій і мають за мету – набуття студентами практичних навичок. Самостійна робота передбачає виконання індивідуальних завдань, при розв'язанні яких застосовуються методи проблемного викладання, дослідницькі, частково-пошукові.

6. ФОРМИ І МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочим планом дисципліни. Семестровий контроль проводиться у формі іспиту. При цьому при виведенні остаточної оцінки враховуються результати поточного контролю.

Процес оцінювання підготовленості студента можна розділити на етапи:

Перший етап оцінювання направлений на визначення знань інформаційного мінімуму. Якщо студент твердо засвоїв визначену навчальним планом суму формальних знань, то це означає, що він вміє використати їх при вирішенні різних питань предметної області, вміє розширити їх. При цьому необхідно встановити рівні та критерії сформованості знань щодо змісту навчальних елементів. Такими рівнями є:

Ознайомчо-орієнтовний (ОО) – особа має орієнтовне уявлення щодо понять, які вивчаються, здатна: знаходити оптимальні розв'язки, застосовуючи формальні методи; застосовувати підходи до формальної специфікації семантики критичних систем.

Понятійно-аналітичний (ПА) – особа має чітке уявлення щодо навчального об'єкту, здатна перенести раніше засвоєні знання на типові ситуації.

Продуктивно-синтетичний (ПС) – особа має глибоке розуміння щодо навчального об'єкту, здатна здійснювати синтез, генерувати нові ідеї та уявлення, переносити раніше засвоєні знання на нетипові, нестандартні ситуації.

Формами і методами оцінювання результатів навчання є контрольна робота та захисти лабораторних робіт.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за чотирибальною шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих позитивно з врахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих її видів робіт. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід (іспит), вважається невстигаючим.

При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: письмова контрольна робота, усне опитування перед допуском до виконання лабораторної роботи – здійснюється на її початку; засвоєння теоретичного матеріалу з тем перевіряється під час проведення лабораторних занять; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом захисту кожної лабораторної роботи згідно з робочою програмою дисципліни і робочим навчальним планом.

Письмова контрольна робота проводиться на останньому практичному занятті і включає два теоретичні питання та одну практичну задачу.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення протоколу і графічної частини; вміння студента обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист лабораторної роботи. Для виконання програми дисципліни студент повинен отримати вісім оцінок за лабораторні роботи в семестрі і написати підсумкову контрольну роботу на позитивну оцінку.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. За несвоєчасний захист лабораторної роботи з

неповажної причини студент за позитивну відповідь отримує оцінку «задовільно».

Пропущене лабораторне заняття студент повинен відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін з реєстрацією у відповідному журналі кафедри, але не пізніше, ніж за два тижні до закінчення теоретичних занять у семестрі..

При оцінюванні знань докторів філософії викладач керується такими критеріями.

Оцінка "відмінно" виставляється студенту, який глибоко засвоїв методи розв'язування наукових задач та вміє їх раціонально застосувати. Студент не повинен вагатися при видозміні запитання, повинен робити детальні та узагальнюючі висновки.

Оцінку „добре” отримує студент за повне засвоєння навчального матеріалу, володіння понятійним апаратом, орієнтування у вивченому матеріалі, свідоме використання знань для вирішення практичних завдань, грамотний виклад відповіді, але у змісті і формі відповіді мали місце окремі неточності (похибки), нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента повинна будуватись на основі самостійного мислення.

Оцінку „добре” отримує студент за правильну відповідь з однією-двома суттєвими помилками.

Оцінки "задовільно" заслуговує студент, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, що справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент слабо знає структуру курсу, допускає помилки у відповіді, засвоїв і набув практичних навичок застосування методів розв'язування наукових задач, але припустився неточностей. Вагається при відповіді на видозмінене запитання, разом з тим студент володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.

Оцінки "задовільно" заслуговує студент за неповне опанування програмного матеріалу, але отримані знання і набуті практичні навички застосування методів розв'язування наукових задач.

Оцінка „незадовільно” виставляється, коли студент має розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекичує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка "незадовільно" виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткових знань з курсу.

Кожний вид роботи оцінюється за чотирибальною шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів робіт.

Таблиця 7– Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання докторів філософії у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота								Самостійна, індивідуальна робота	Семестровий контроль (іспит)	
I семестр										
Лабораторні роботи:								Оцінювання проектів	Підсумкова контрольна робота	
1	2	3	4	5	6	7	8	Захист проекту		
ВК:								0,4	0,2	0,4

Примітка: ВК – ваговий коефіцієнт.

Для переходу від вітчизняної оцінки до оцінки за шкалою ECTS необхідно знайти середньоарифметичну оцінку за вітчизняною шкалою, помножити її на відповідний ваговий коефіцієнт і, додавши всі складові, отримаємо суму балів, які визначають конкретну оцінку ECTS.

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з двадцяти п'яти тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 25. Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою. Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту, представлена у нижченаведеній таблиці.

Сума балів за тестове завдання	1–13	14–16	17–22	23–25
Оцінка	2	3	4	5

На тестування відводиться 25 хвилин (для закритої форми тестів – по одній хвилині на кожне завдання). Тестування студент проходить в он-лайн режимі в модульному середовищі MOODLE.

Якщо студент отримав негативну оцінку, то він має перездати її в установленому порядку, але обов'язково до терміну наступного контролю. У випадку, коли студент не виконав індивідуальний план з дисципліни у заплановані терміни без поважних причин, то під час відпрацювання заборгованості при позитивній відповіді йому виставляється оцінка „задовільно”.

Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у табл. 9.

Іспит виставляється, якщо середньозважений бал, який отримав студент з дисципліни, знаходиться в межах від 3,00 до 5,00 балів. При цьому за вітчизняною шкалою ставиться відповідна оцінка, а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом кількості балів.

Таблиця 9 – Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інтервальна шкала балів	Вітчизняна оцінка	
A	4,75–5,00	5	<i>Відмінно</i> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25–4,74	4	<i>Добре</i> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4	<i>Добре</i> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3	<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3	<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	<i>Незадовільно</i> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2	<i>Незадовільно</i> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

7. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ДОКТОРІВ ФІЛОСОФІЇ

1. Які принципи є основними методологічними принципами теорії програмування?
2. Як формулюються принципи розвитку та гносеологічності?
3. Як визначається пентада основних понять програмування?
4. Як визначаються поняття користувача, проблеми, програми, обчислюваності, програмування?
5. Які властивості основних понять програмування?
6. Властивості основної пентади програмування.
7. Властивості програмної пентади.

8. Що таке часткова коректність програм? Яким чином доводиться часткова коректність програм?
9. Що таке повна коректність програм? Яким чином доводиться повна коректність програм?
10. Розкрийте зміст формалізації поняття програми.
11. Визначте різні класи функцій.
12. Визначте програмні системи різного рівня абстракції.
13. Дайте визначення класу номінативних даних.
14. Повний клас обчислюваних функцій над номінативними даними.
15. Як аспекти програм є головними?
16. На підставі яких принципів відбувається формалізація програмних понять?
17. Класи функцій, що використовуються для формалізації програм.
18. Як визначаються інтенціональні та екстенціональні аспекти програмних понять?
19. Поняття композиційно-номінативної системи.
20. Як визначаються системи різних рівнів абстракції?
21. Як визначаються мови специфікацій та програмування?
22. Якими методами описують предметні області?
23. Як методи використовують для специфікації вимог до програмних систем?
24. Які засади RAISE-методу розробки програм?
25. Які засади В-методу розробки програм?
26. Які засади Z-методу розробки програм?
27. Які засади TLA-методу розробки програм?
28. Які логічні формалізми використовують для специфікацій програм?
29. Як використовується класична та некласична логіка для специфікацій програм?
30. Як визначаються темпоральні та модальні логіки?
31. Як визначаються аксіоматичні методи специфікації програм?
32. Як визначається логіка Флойда-Хоара та які властивості вона має?
33. Повнота логіки Флойда-Хоара.
34. Які особливості має семантико-синтаксична технологія розробки програм?
35. Які особливості має метод послідовних уточнень?
36. Які особливості у розробку програм вносять об'єктно-орієнтовані методи?
37. Яка мета стандартів програмування?
38. Як використовують технологічні та інструментальні засоби специфікації та розробки програм?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Нестеренко Б.Б., Новотарський М.А. Формальні засоби моделювання паралельних процесів та систем : праці Інституту математики НАН України. Т.90. Київ: Ін-т математики НАН України, 2012. 334 с.
2. Flemming Nielson, Hanne Riis Nielson. Formal Methods: An Appetizer Hardcover. Springer, 2019. 160 p. ISBN-10: 3030051552.
3. Gerard O'Regan. Concise Guide to Software Testing (Undergraduate Topics in Computer Science) Paperback. Springer, 2019. 293 p. ISBN-10: 303028493X.
4. Jiacun Wang, William Tepfenhart. Formal Methods in Computer Science. 1st Edition. Chapman and Hall/CRC. 2019. 294 Pages. ISBN 9781498775328.
5. Jim Woodcock, Jim Davies. Using Z Specication, Refinement, and Proof. University of Oxford. <http://www.cs.cmu.edu/~15819/zedbook.pdf>.
6. Radu Calinescu, Bernhard Rumpe. Software Engineering and Formal Methods: Lecture Notes in Computer Science Book 9276. Springer, 2015. 384 pages.
7. Garavel H. Formal Methods for Safe and Secure Computers Systems. Germany : Federal Office for Information Security, 2013. – 362.
8. ZhiWu Li, Abdulrahman M. Al-Ahmari. Formal Methods in Manufacturing Systems: Recent Advances : Engineering Science Reference, 2013. 507 pages.

9. Pereverzeva Inna. Formal Development of Resilient Distributed Systems / Inna Pereverzeva // PhD diss., Turku Centre for Computer Science, Abo Akademi University, Faculty of Science and Engineering, Joukahaisenkatu, Turku, Finland. – 2015.
10. Hoang T. S. Event-b patterns and their tool support /T. S. Hoang, A. Furst, and J.-R. Abrial.// Software and System Modeling/-2013.-12(2).-229–244.
11. Лисенко С. М. Метод забезпечення резильєнтності комп'ютерних систем в умовах кібер-загроз на основі самоадаптивності. Радіоелектронні і комп'ютерні системи. 2019. №4. С. 4–16.
12. Lysenko S., Bobrovnikova K., Savenko O., Kryshchuk A. BotGRABBER: SVM-Based Self-Adaptive System for the Network Resilience Against the Botnets' Cyberattacks. Communications in Computer and Information Science, ISSN: 1865-0929. 2019. Pp. 127-143.
13. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/page_lib.php.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Електронний університет:

1. Модульне середовище для навчання (розміщені усі необхідні матеріали з дисципліни, в тому числі тестові завдання для поточного та семестрового контролю знань).
2. Модульні курси з дисципліни для дистанційної форми навчання (повний комплект матеріалів)
3. Електронна бібліотека університету.