

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра моделювання систем і технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

В.о. декана факультету комп'ютерних наук

Світлана КОЛОВАНОВА

“ 30 ” червня 2023 р.

ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

з підготовки здобувачів вищої освіти за ступенем філософії
(аспірантів)

**«Концептуальні моделі, архітектури та технології проектування
проблемно - орієнтованих інформаційних систем»**

рівень вищої освіти	третій (освітньо-науковий) рівень
галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	122 Комп'ютерні науки
освітня програма	Комп'ютерні науки
ступінь вищої освіти	доктор філософії
вид дисципліни	обов'язкова
факультет	Комп'ютерних наук

2023 - 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету комп'ютерних наук

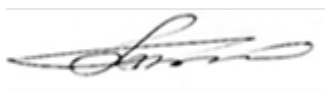
Протокол № 14 від « 29 » червня 2023 року

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: доктор технічних наук, професор **Ткачук Микола Вячеславович**, кандидат технічних наук, доцент **Гамзаєв Рустам Олександрович**

Програму схвалено на засіданні кафедри моделювання систем і технологій

Протокол № 10 від « 9 » червня 2023 року

В.о. завідувача кафедри
моделювання систем і технологій



Микола ТКАЧУК

Програму погоджено з гарантом ОНП-122 Комп'ютерні науки



Гарант ОНП

Микола ТКАЧУК

Програму погоджено методичною радою факультету комп'ютерних наук

Протокол № 12 від « 21 » червня 2023 року

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук



Лариса ВАСИЛЬЄВА

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Концептуальні моделі, архітектури та технології проектування проблемно - орієнтованих інформаційних систем» розроблена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки третього (освітньо-наукового) рівня (докторів філософії) зі спеціальності 122 - Комп'ютерні науки.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни є надання здобувачам ступеня PhD сучасних знань та фахових компетентностей, які є необхідними для проектування проблемно-орієнтованих інформаційних систем (ПОІС), що забезпечують вирішення тих чи інших задач їх дисертаційних досліджень.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Предметом навчальної дисципліни є вивчення основних понять та принципів концептуального моделювання предметних областей (problem domain), для яких створюються ПОІС із застосуванням доменного аналізу (domain analysis), методів побудови онтологій (ontology), засобів розробки проблемно-орієнтованих мов (domain-specific language) для опису експертних знань та алгоритмів бізнес-логіки у таких системах.

Розглядаються процеси побудови розподілених системних архітектур (system architecture), що керуються моделями (model-driven architecture) і вивчаються методи та засоби проектування нових та реінжинірингу вже існуючих ПОІС на основі послідовного застосування доменних моделей, еталонних системних архітектур та проектних шаблонів (патернів). Особливу увагу приділено визначенню показників якості проектних рішень для ПОІС за допомогою їх кількісних метрик (quality metrics). Наводяться приклади застосування розглянутих підходів до побудови концептуальних моделей та системних архітектур в процесах проектування програмного забезпечення мобільної системи доповненої реальності (mobile augmented reality systems), інформаційно-аналітичної системи адміністрування навчального процесу в університеті та лінійки програмних продуктів у системах типу «Розумний будинок» (Smart-home applications).

Форми проведення занять за цією дисципліною передбачають лекції та семінарські заняття, на яких кожен здобувач розробляє та досліджує індивідуальний проект створення прототипу власної ПОІС для подальшого застосування у предметній області (PrO) свого дисертаційного дослідження.

Загальні компетентності (ЗК)

- ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
- ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
- ЗК03. Здатність працювати в міжнародному контексті.
- ЗК04. Здатність розробляти проекти та управляти ними.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерних науках та дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей.

СК02. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок державною та іноземною (англійською або іншими) мовами, глибоке розуміння іншомовних наукових текстів за напрямом досліджень.

СК03. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

СК05. Здатність виявляти, ставити та вирішувати дослідницькі науково-прикладні задачі та/або проблеми в сфері комп'ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК09. Здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних проблем у галузі комп'ютерних наук, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності в комп'ютерних науках.

1.3. Кількість кредитів – 4

1.4. Загальна кількість годин - 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна,вечірня,заочна форма навчання	Денна,вечірня,заочна форма навчання
Рік підготовки	
2-й	-й
Семестр	
3-й	-й
Лекції	
16 год.	год.
Семінарські заняття	
24 год.	год.
Лабораторні заняття	
- год.	год.
Самостійна робота	
80 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

Результати навчання (РН) за вивченням цієї дисципліни є наступні (у відповідності до стандарту освіти МОН України третього рівня (ступінь доктора філософії) у галузі знань 12 за спеціальністю 122 –комп'ютерні науки):

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній науці та дотичних міждисциплінарних напрямках.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерних наук та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми

комп'ютерної науки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

PH08. Глибоко розуміти загальні принципи та методи комп'ютерних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері комп'ютерних наук та у викладацькій практиці.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Розробка концептуальних і доменних моделей в процесах проектування проблемно-орієнтованих інформаційних систем (ПОІС)

Тема 1. *Основні поняття та визначення концептуального моделювання в процесах проектування ПОІС.*

Вступ. Основні визначення: предметна область (ПрО), дані, інформація, знання, модель даних, модель знань. Онтологія, глосарій проекту та система бізнес-правил. Приклади побудови та застосування цих понять в ПрО, які є характерними для спеціальності 122 – комп'ютерні науки.

Тема 2. *Принципи, методи і засоби розробки концептуальних моделей (КМ) при проектуванні ПОІС. Доменна модель (ДМ) як специфічний тип КМ у комп'ютеризованих системах та інформаційних технологіях.*

Інформаційні об'єкти та відношення в ПрО. Розробка системи бізнес-правил та глосарію проекту розробки ІС у певній ПрО. Абстракції моделювання даних: класи, атрибути та відношення агрегування, узагальнення та асоціації. Нотації для представлення КМ /ДМ загального призначення: UML / SysML, BPMN, IDFX1, ER / EER, DFD– діаграми.

Тема 3. *Проблемно-орієнтоване проектування (Domain-driven design - DDD) ПОІС на основі застосування доменних моделей*

Нотації для моделювання ПЗ спеціального призначення напр.: розробка варіабельних програмних рішень для лінійок програмних продуктів (software product lines), сімейств програмних систем (software family system): FODA (Feature Oriented Domain Analysis), ODM (Organization Domain Modeling), FORM (Feature-Oriented Reuse Method). Технології та інструментальні засоби розробки FODA, ODM, FORM діаграм.

РОЗДІЛ 2. Архітектурне проектування ПОІС

Тема 4. *Класифікація і властивості різних типів системних архітектур (СА)*

Загальна визначення поняття системної архітектури (СА). Принципи класифікації СА. Монолітні та розподілені СА: особливості, переваги та недоліки. Архітектурні моделі і технології JMS та REST. Особливості побудови та функціонування мікросервісних СА (microservices architecture - MSA).

Тема 5. *Методологічні та технологічні аспекти проектування СА для ПОІС*

Методологічний зв'язок процесів розробки доменних моделей, DDD - проектування та властивостей архітектур MSA. Автоматизація розробки та супроводу ПОІС с використанням MSA: контейнеризація та інструментальні засоби управління інфраструктурою розгортання мікросервісів. Визначення показників якості ПЗ та критеріїв вибору різних типів СА при розробці ПОІС.

Тема 6. *Комплексні приклади та практичні рекомендації для архітектурного проектування ПОІС*

Приклади проектування СА на основі використання ДМ і МСА для систем мобільної системи доповненої реальності (mobile augmented reality systems), для інформаційно-аналітичної системи адміністрування навчального процесу в університеті та розробки лінійки програмних продуктів у системах типу «Розумний будинок» (Smart-home applications). Презентація власних міні-проектів з розробки СА ПОІС за темами окремих дисертаційних досліджень.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин						
	Денна,вечірня,заочна форма						
	Усього	у тому числі					
		л	п	лаб	інд.	сем.	сп.
1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 1. Основні поняття та визначення концептуального моделювання в процесах проектування ПОІС	10	2				2	8
Тема 2. Принципи, методи і засоби розробки концептуальних моделей (КМ) при проектуванні ПОІС. Доменна модель (ДМ) як специфічний тип КМ у комп'ютеризованих системах та інформаційних технологіях.	18	2				2	12
Тема 3. Проблемно-орієнтоване проектування (Domain-driven design - DDD) ПОІС на основі застосування доменних моделей.	28	4				4	20
Тема 4. Класифікація і властивості різних типів системних архітектур (СА)	16	2				4	10
Тема 5. Методологічні та технологічні аспекти проектування СА для ПОІС.	16	2				4	10
Тема 6. Комплексні приклади та практичні рекомендації для архітектурного проектування ПОІС	32	4				8	20
Усього годин	120	16				24	80

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розробка системи бізнес-правил, глосарія та доменної онтології для предметної області свого дисертаційного дослідження.	2
2	Розробка КМ та ДМ для власного проекту створення ПОІС.	2
3	Застосування принципів проблемно-орієнтоване проектування (DDD) для свого проекту ПОІС на основі отриманих ДМ	4
4	Вивчення класифікації сучасних системної архітектур (СА) та мотивований вибір конкретного типу СА власного проекту створення ПОІС.	4
5	Визначення показників якості ПЗ та критеріїв вибору різних типів СА при розробці власної ПОІС	4
6	Презентація власних міні-проектів з розробки СА ПОІС за темами індивідуальних дисертаційних досліджень.	8
	Разом	24

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання рекомендованих інформаційних джерел за Розділом 1, Теми 1 і 2.	4
2	Пошук та опрацювання інформації щодо доменних онтологій для Про свого дис. дослідження	6
4	Вивчення теоретичних відомостей та побудова власних прикладів побудовм доменних моделей (ДМ) в нотаціях UML, SysML, WebML.	8
5	Вивчення теоретичних відомостей та побудова власних прикладів побудовм доменних моделей (ДМ) в нотаціях BPMN / BPML, DMN, IDEF0	8
6	Вивчення теоретичних відомостей та побудова власних прикладів побудови доменних моделей (ДМ) в нотаціях OWL, ER/EER, DFD	8
7	Вивчення теоретичних відомостей та побудова власних прикладів побудовм доменних моделей (ДМ) в нотаціях FODA, ODM, FORM	8
8	Розробка концептуальної моделі (КМ) процесу виконання свого дисертаційного дослідження	8
9	Розробка ДМ для однієї з проблемних задач свого дисертаційного дослідження	10
10	Опрацювання рекомендованих інформаційних джерел за Розділом 1, Теми 1 і 2.	6
11	Вивчення класифікація еталонних системних архітектур (ЕСА), мотивований вибір ЕСА для проектування своїх ПОІС	4
12	Розробка та опис UML-діаграми розміщення компонентів (component deployment diagram) цієї архітектури із зазначенням конкретних деталей її можливої подальшої реалізації.	10
	Разом	80

6. Індивідуальні завдання (немає)

7. Методи навчання

Як правило лекційні заняття проводяться аудиторно. В умовах дії карантину (воєнного стану) заняття проводяться відповідно до наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторно або дистанційно, за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

8. Методи контролю

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

- проведення тестування за результатами відпрацювання основних положень навчальної програми;
- проведення письмового підсумкового контролю знань.

Максимальна кількість балів за результатами контролю поточної успішності складає 60 балів. Підсумковий контроль здійснюється шляхом проведення письмового заліку, максимальна кількість балів за результатами якого складає 40 балів.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Залік	Сума
Теми 1- 6	Контрольні роботи	Курсова робота	Разом		
60	-	-	60	40	100

Для допуску до складання підсумкового контролю здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 30 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

Критерії оцінювання знань здобувачів за семінарами та самостійними завданнями

Вимоги	Кількість балів
Показані всебічні систематичні знання та розуміння навчального матеріалу; безпомилково виконані завдання.	35-40
Показані повні знання навчального матеріалу; помилки, якщо вони є, не носять принципового характеру.	30-35
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені помилки.	20-30
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені суттєві помилки	10-20
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки.	5-10
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки, які носять принциповий характер; обсяг знань не дозволяє засвоїти предмет.	1-5

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

ОСНОВНА

1. *Evans, E.* Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software. - Addison-Wesley Professional, 2003.
https://www.youtube.com/watch?v=am-HXycfalo&list=PLf9p-N3ltMTvfEj8KNtOomc9algcX0WtG&ab_channel=Domain-DrivenDesignEurope (DDD Foundations Europe Conference 2020)
2. Karagiannis, D.; Mayr, H.C.; Mylopoulos, J.: Domain-Specific Conceptual Modeling: Concepts, Methods and Tools - Springer, Berlin, 2016.
<https://books.google.com.ua/books?id=LpKmDAAQBAJ&dq=2.+Karagiannis,+D.+%3B+Mayr,+H.C.%3B+Mylopoulos,+J.:+Domain-Specific+Conceptual+Modeling:+Concepts,+Methods+and+Tools+-+Springer,+Berlin&hl=uk>
3. Буров Є. В. Концептуальне моделювання інтелектуальних програмних систем [Текст] : монографія / Є. В. Буров - : Вид-во Львів. політехніки, 2012. - 431 с.
<https://vlp.com.ua/node/8364>
4. Є. В. Буров, В. В. Пасічник. Програмні системи на базі онтологічних моделей задач // НУ "Львівська Політехніка", Кафедра інформаційних систем та мереж, 2015
<https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2018/jun/12873/4burovievpasichnikvvp.pdf>
5. К.М. Лавріщева, Г.І. Коваль, Л.П. Бабенко та ін. Нові теоретичні засади технології виробництва сімейств програмних систем у контексті генерувального програмування: монографія / Ін-т програм. систем. НАН України, - К., 2014. - 277 с.

ДОДАТКОВА

(за результатами власних досліджень розробників робочої програми)

// статті та доповіді на конференціях

1. Rustam Gamzayev, Mykola Tkachuk and Oleksandr Nelipa. Domain-Specific Language for Adaptive Development of "Smart-Home" Applications // Proceedings of the 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems 2021 (ITTAР-2021) Ternopil, Ukraine, November 16-18, 2021, CEUR-WS.org/Vol-3039, pp.154-165 (*Scopus*). <http://ceur-ws.org/Vol-3039/paper13.pdf>
2. Гамзаєв Р. О., Ткачук М. В. Застосування методів і технологій рекомендаційних систем для конфігурування динамічних лінійок програмних продуктів // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології: зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». - Харків : НТУ «ХПІ», 2021. - № 1 (5) 2021. - С. 91-97 (ISSN 2079-0023)
3. Gamzayev R.O., Tkachuk M.V., ShevkoPlias D.O. Handling of Expert Knowledge in Software Product Lines Development with Usage of Repertory Grids Method // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, Серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління». - № 47, 2020. – С. 13-24.
4. Mykola Tkachuk, Rustam Gamzayev, Iryna Martinkus et al. Towards Effectiveness Assessment of Domain Modelling Methods and Tools in Software Product Lines Development // Enterprise Modelling and Information Systems Architectures – International Journal of Conceptual Modeling, Vol. 13 (2018), Germany. - pp. 190-206. (*Scopus*). <https://emisa-journal.org/emisa/article/view/198>

5. Ткачук М.В., Мартінкус І.О., Гамзаєв Р. О. Про один підхід до оцінки ефективності застосування методів доменного моделювання при розробці сімейств програмних систем // Збірка наук. праць ХУПС, № 5(54), 2017. – С. 127-134. **!!!**
6. M. Tkachuk, O. Vekshin and R. Gamzayev. Architecting for Adaptive Resource Management in Mobile Augmented Reality Systems: Models, Metrics and Prototype Software Solutions // A. Genige et al. (Eds.): ICTERI 2016: Revised Selected Papers, Series title: Communications in Computer and Information Science, Vol. 783: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2017. – pp. 17-35. (*Scopus*).
7. Tkachuk, M. Martinkus, I. Gamzayev R. An Integrated Approach to Evaluation of Domain Modeling Methods and Tools for Improvement of Code Reusability in Software Development // Heinrich C. Mayr, Martin Pinzger (Eds.): INFORMATIK 2016, Lecture Notes in Informatics (LNI), Vol. P-259: Kollen Druck+Verlag GmbH, Bonn, 2016. – pp. 143-156. (*Scopus*).
8. Martinkus I.O., Mayr H.C., Tkachuk M.V. Evaluation of the Effectiveness of Domain Modeling Methods in Terms of Model Complexity // Proceedings of the ICTERI-2019: 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer, Kherson, Ukraine, June 12-15, 2019, CEUR-WS.org/Vol-2387, pp. 513-518. (*Scopus*).

Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Лаврищева К.М. Електронний підручник «Програмна інженерія» Київського національного університету ім. Т. Г. Шевченка [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://csc.knu.ua/uk/library/books/lavrishcheva-6.pdf>
2. <http://ontolog.cim3.net/wiki/OpenOntologyRepository.html>
3. <https://www.slideshare.net/jonquet/tutorial-how-to-use-ontology-repositories-and-ontologybased-services>
4. <https://modeling-languages.com/uml-mdl-many-domains-language/>
5. <https://users.encs.concordia.ca/~abdelw/papers/ElsevierStd-AMFDDomain.pdf>
6. <https://cs.uwaterloo.ca/~jmatlee/Teaching/CS846/Schedule/Mar19/Henry.pdf>