



ІНЖЕНЕРІЯ ЗНАНЬ ТА ТЕОРІЯ ОНТОЛОГІЙ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>124 «Системний аналіз»</i>
Освітня програма	<i>Системний аналіз і управління</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н. Савченко Ілля Олександрович, savi1.ua@gmail.com</i> Практичні заняття: <i>к.т.н. Савченко Ілля Олександрович, savi1.ua@gmail.com</i>
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/u/1/c/Njl4NDkyNDMxMzkz

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Курс «Інженерія знань та теорія онтологій» є важливим предметом у підготовці системних аналітиків з представлення практичних задач у вигляді різних моделей знань (таксономії, семантичні мережі, онтології), а також вміння працювати з цими моделями і використовувати їх у різних проєктах.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей до відображення знань у різних предметних галузях у сучасних формах представлень знань; вибору найбільш доцільних форм представлень знань в залежності від предметної області і поставленої задачі; прищеплення навиків творчого використання онтологій і семантичних мереж у практичних проєктах, залучення відповідних програмних засобів для проєктування і використання онтологій, здатностей до розв'язання практичних задач, що потребують роботи зі знаннями.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

- **знання:**

теоретичних основ інженерії знань і проєктування онтологій; широкого спектру форм представлень знань, сильних і слабких сторін різних форм представлення знань; програмних засобів проєктування і роботи з онтологічними; сучасних засобів і мов представлення знань і проєктування онтологій (RDF/S, OWL, Description Logic, моделі Semantic Web тощо); уявлення про сучасні проєкти створення онтологій у різних предметних областях та ін.

- **уміння:**

вибрати найбільш раціональну форму представлення знань для поставленої задачі; сформулювати концепцію побудови таксономії, семантичної мережі, онтології для заданої

предметної області; побудувати відповідну модель представлення знань, використовуючи сучасні засоби проектування онтологій, а також призначене для цього програмне забезпечення (зокрема, Protege); використовувати побудовану онтологію в практичних цілях для різнорідних проєктів; залучати концепцію Semantic Web для створення власних мережо-орієнтованих проєктів; користуватись існуючими бібліотеками онтологій та ін.

- **досвід:**

побудова семантичних мереж та онтологій різного типу для практичних задач, пов'язаних зі складними об'єктами і системами у різних предметних областях; вільно орієнтуватися при застосуванні форм представлення знань в реальних задачах; набуття навичок практичного використання засвоєних знань у подальшому навчанні та професійній діяльності.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

Загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 1).
2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК 3).
3. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності) (ЗК 4).
4. Здатність розробляти проєкти та управляти ними (ЗК 5).

Фахові компетентності спеціальності (ФК):

1. Здатність інтегрувати знання та здійснювати системні дослідження, застосовувати методи математичного та інформаційного моделювання складних систем та процесів різної природи (ФК 1).
2. Здатність проектувати архітектуру інформаційних систем (ФК 2).
3. Здатність розробляти системи підтримки прийняття рішень та рекомендаційні системи (ФК 3).
4. Здатність моделювати, прогнозувати та проектувати складні системи і процеси на основі методів та інструментальних засобів системного аналізу (ФК 5).
5. Здатність застосовувати теорію і методи Data Science для здійснення інтелектуального аналізу даних з метою виявлення нових властивостей та генерації нових знань про складні системи (ФК 6).
6. Здатність управляти робочими процесами у сфері інформаційних технологій, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів (ФК 7).
7. Здатність розробляти і координувати процеси, фази та ітерації життєвого циклу програмних систем на основі застосування відповідних моделей, методів та технологій розробки програмного забезпечення інформаційних систем (ФК 8).
8. Здатність до самоосвіти та професійного розвитку (ФК 10).

Програмні результати навчання (ПР):

1. Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері системного аналізу та інформаційних технологій і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень (ПР 1).
2. Будувати та досліджувати моделі складних систем і процесів застосовуючи методи системного аналізу, математичного, комп'ютерного та інформаційного моделювання (ПР 2).
3. Розробляти інтелектуальні системи в умовах слабо структурованих даних різної природи (ПР 7).
4. Зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються (ПР 10).

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити: викладання навчальної дисципліни базується на знаннях і вміннях, викладання навчальної дисципліни базується на знаннях, отриманих у результаті вивчення попередніх навчальних дисциплін та набуття компетентностей після завершення навчання рівня

бакалавра з системного аналізу, потребує базових знань з математичних та інформаційних дисциплін, зокрема знань методів системного аналізу, вміння працювати з апаратом формальної логіки, знань і навичок з роботи з програмами і базами даних. Ці компетентності отримуються у результаті вивчення попередніх навчальних дисциплін, зокрема: математична логіка і теорія алгоритмів, програмування та алгоритмічні мови, об'єктно-орієнтоване програмування, основи системного аналізу, організація баз даних та знань.

Постреквізити: знання і уміння з проектування онтологій у обраних предметних областях, а також використання їх у практичних проєктах можуть бути застосовані у пошукових дослідженнях для написання магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Форми представлення знань

Тема 1.1. Таксономії і тезауруси.

Тема 1.2. Семантичні мережі.

Тема 1.3. Моделювання онтологій за допомогою програмного забезпечення.

Тема 1.4. Онтології і їх формальне представлення.

Розділ 2. Модель Semantic Web і її складові

Тема 2.1. Стандарт представлення даних RDF.

Тема 2.2. Мова опису онтологій OWL.

Тема 2.3. Представлення знань за допомогою описової логіки.

Тема 2.4. Мова запитів SPARQL.

Тема 2.5. Семантична павутина Semantic Web.

Розділ 3. Розширені можливості використання онтологій

Тема 3.1. Способи покращення якості онтологій.

Тема 3.2. Огляд існуючих проєктів створення онтологій.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Keet, C.M. *An Introduction to Ontology Engineering*. University of Cape Town, 2018.
2. Hitzler, P., Kroetzsch, M. and Rudolph, S. *Foundations of Semantic Web Technologies*. Chapman & Hall/CRC, 2009.
3. Liyang Yu, *A Developer's Guide to the Semantic Web*. Springer Berlin, Heidelberg, 2014.
4. Brachman, R. and Levesque, H. *Knowledge Representation and Reasoning*. Morgan Kaufmann, 2004.

Базова література є у вільному доступі в мережі Інтернет, надається студентам в електронному вигляді під час вивчення дисципліни.

Допоміжна література:

5. Панкратова Н.Д., Малафєєва Л.Ю. *Метод Делфі. Теорія та застосування. Навчальний посібник*. – К., Наукова думка, 2017. – 248 с.
6. Субботін С. О. *Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень* : Навчальний посібник. — Запоріжжя : ЗНТУ, 2008. — 341 с.
7. Obrst, L. *What is an ontology? - A Briefing on the Range of Semantic Models*. *Ontolog Forum*, 01/2006. http://ontolog.cim3.net/wiki/ConferenceCall_2006_01_12.html

8. John F. Sowa. *Semantic Networks*. From: <http://www.jfsowa.com/pubs/semnet.htm>
9. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology* Natalya F. Noy and Deborah L. McGuinness, 2001.
10. *WordNET reference manual [Електронний ресурс]* <https://wordnet.princeton.edu/documentation>
11. Debellis, Michael. (2021). *A Practical Guide to Building OWL Ontologies Using Protégé 5.5 and Plugins*.
12. Oberle, D.; Guarino, N.; Staab, S. (2009). "What is an ontology?". Staab & Studer 2009. pp. 1–17. doi:10.1007/978-3-540-92673-3_0. ISBN 978-3-540-70999-2.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	<p>Загальні дані про інженерію знань та теорію онтологій.</p> <p>Представлення знань. Спектр представлення знань, сильні і слабкі онтології. Призначення онтологій. Рівні представлення онтологій. Універсальні і конкретні поняття. Використання і аналіз знань у предметних областях.</p> <p>Рекомендована література: [1, 6, 7].</p> <p>Завдання на СРС: класифікації онтологій.</p>
2	<p>Терміни і концепти. Таксономія. Тезаурус.</p> <p>Трикутник термін-концепт-об'єкт. Поняття таксономії. Сильні і слабкі таксономії. Можливості і обмеження таксономії. Поняття тезаурусу. Відношення у тезаурусі. Можливості і обмеження тезаурусу.</p> <p>Рекомендована література: [7].</p> <p>Завдання на СРС: огляд існуючих прикладів створення таксономій і тезаурусів.</p>
3	<p>Семантичні мережі. WordNET.</p> <p>Семантична трійка і семантична мережа. Графічне представлення і математичний опис семантичних мереж. Фреймовий підхід. Фрейми, слоти, відношення. Класифікація семантичних мереж. Застосування семантичних мереж. Приклади семантичних мереж. Інформаційна модель прототипів фреймів. Проєкт WordNET. Дублінське ядро.</p> <p>Рекомендована література: [4, 5, 8, 10].</p> <p>Завдання на СРС: спеціальні типи семантичних мереж: імплікативні, процедурні, з навчанням тощо.</p>
4	<p>Формальне представлення онтологій.</p> <p>Визначення онтологій. Концептуалізація. Екстенціональні і інтенціональні відношення. Поняття світу і стану світу. Онтологічне втілення. Елементи онтології: клас, екземпляр, властивість.</p> <p>Рекомендована література: [12, 1, 5, 6, 7, 9].</p> <p>Завдання на СРС: стійкі, нестійкі, антистійкі властивості. Приклади.</p>

5	<p>Основи моделювання онтологій за допомогою програмного забезпечення.</p> <p>Огляд програмного забезпечення для роботи з онтологіями. Представлення онтологій за допомогою ПЗ Protégé. Створення класів, індивідів, властивостей об'єктів. Визначення зворотних властивостей. Функціональні, транзитивні, симетричні, рефлексивні властивості. Встановлення області визначення і області значень. Властивості даних.</p> <p>Рекомендована література: [1, 9, 11].</p> <p>Завдання на CPC: різновиди метаданих у ПЗ Protégé.</p>
6	<p>Моделювання онтологій за допомогою програмного забезпечення.</p> <p>Типи класів: примітивні і визначені, різниця між ними. Визначення класів через обмеження властивостей. Різновиди обмежень і особливості їх реалізації у ПЗ Protégé. Можливості логічного виведення. Припущення закритого і відкритого світу. Наслідки припущення відкритого світу в онтологіях. Класи переліку.</p> <p>Рекомендована література: [1, 9, 11].</p> <p>Завдання на CPC: класи переліку зі встановленими відношеннями між категоріями.</p>
7	<p>Стандарт представлення даних RDF.</p> <p>Передумови виникнення стандарту представлення даних Resource Description Framework (RDF). Формат трійок «суб'єкт» – «предикат» – «об'єкт». Поняття про ідентифікатор URI. Синтаксис RDF. Літерали. Порожні вузли. Серіалізація XML/RDF. Контейнери в RDF. Приклади.</p> <p>Рекомендована література: [1, 2, 3].</p> <p>Завдання на CPC: серіалізація RDF Turtle.</p>
8	<p>Мова RDF/S. Проста система організації знань SKOS.</p> <p>Модель представлення даних RDF Schema. Термінологія, приклади, представлення простих онтологій. Можливості і обмеження RDF/S. Проста система організації знань SKOS, її словник, можливості і обмеження.</p> <p>Рекомендована література: [1, 2, 3].</p> <p>Завдання на CPC: схема понять в SKOS.</p>
9	<p>Мова опису онтологій OWL.</p> <p>Базові відомості про мову опису онтологій Web Ontology Language (OWL). Концепція OWL. Синтаксис OWL. Терміни OWL для імплементації різних можливостей онтологій. Особливості OWL 2: ланцюжки властивостей, кваліфіковані обмеження.</p> <p>Рекомендована література: [1, 2, 3].</p> <p>Завдання на CPC: заперечувальні твердження в OWL 2.</p>
10	<p>Мови Description Logic і їх зв'язок з онтологіями.</p> <p>Загальні відомості про описові логіки. Зв'язок з модальною логікою, логікою предикатів. Використання у базах знань та онтологіях. Аксиоми і твердження. Поняття TBox і ABox. Різновиди мов описової логіки і відмінності між ними. Обмеження мов описової логіки.</p> <p>Рекомендована література: [1, 2, 9].</p> <p>Завдання на CPC: відмінності у мовах OWL 1 Full, OWL 1 DL, OWL 1 Lite, різні версії OWL 2.</p>

11	<p>Мова запитів SPARQL.</p> <p>Трійковий шаблон. Алгоритм пошуку. Графовий шаблон. Запит SELECT і його можливості. Запити ASK, CONSTRUCT, DESCRIBE. Мова запитів SPARQL 1.1 і додаткові можливості, які вона надає. Зв'язок SPARQL і OWL.</p> <p>Рекомендована література: [2, 3].</p> <p>Завдання на CPC: кон'юнктивні запити.</p>
12	<p>Семантична павутина SemanticWeb.</p> <p>Концепція семантичної павутини. Стек понять семантичної павутини. Етапи розвитку SemanticWeb. Проекти Linked Open Data, DBPedia, schema.org, Open Graph Protocol.</p> <p>Рекомендована література: [2, 3].</p> <p>Завдання на CPC: застосування schema.org, Open Graph Protocol у веб-проектуванні.</p>
13	<p>Способи покращення якості онтології</p> <p>Фундаментальні правила розробки онтологій. Питання перевірки компетентності бази знань. Методики перевірки правильності побудови ієрархій класів. Інструменти перевірки коректності онтології OntoClean, Ontology Pitfall Scanner.</p> <p>Рекомендована література: [1, 9, 11].</p> <p>Завдання на CPC: мереологія і її застосування у процесі побудови онтологій.</p>
14	<p>Розширені можливості моделювання онтологій за допомогою програмного забезпечення</p> <p>Використання додатків програмного забезпечення Protégé для роботи з онтологіями і інтеграції їх у застосунки. OntoGraph. Імпорт даних з Excel за допомогою Cellfie. Правила SWRL, їх можливості і обмеження. Концепція SHACL і можливості цієї мови для перевірки коректності даних у онтологіях.</p> <p>Рекомендована література: [1, 9, 11].</p> <p>Завдання на CPC: використання запитів у ПЗ Protégé на основі описової логіки, SPARQL.</p>
15	<p>Огляд існуючих проектів створення онтологій</p> <p>Основоположні онтології. Основна ієрархія класів DOLCE і їх суть. Використання основоположних онтологій для розробки власних проектів. Бібліотека Commons Ontology Library. Бібліотека Common Core Ontologies.</p> <p>Рекомендована література: [1, 2, 3, 4, 11].</p> <p>Завдання на CPC: основоположна онтологія BFO.</p>

Практичні заняття

№	Тема практичного заняття
1	Побудова семантичної мережі в заданій предметній області.
2	Проектування структури онтології в заданій предметній області.
3	Використання програмного забезпечення Protégé для побудови онтології.
4	Знайомство з RDF. Представлення онтології і робота з нею з використанням RDF/S.
5	Знайомство з OWL. Представлення онтології і робота з нею з використанням OWL.
6	Знайомство з Description Logic. Використання Description Logic при роботі з онтологіями. Використання мови запитів SPARQL.

7	<i>Огляд існуючих онтологій і їх інтеграція у власні проекти.</i>
8	<i>Представлення і обговорення розробленої онтології</i>

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти

Самостійна робота студента складається з опрацювання тем, винесених на самостійне вивчення в п. 5, а також виконання індивідуального завдання – побудови онтології для заданої предметної області на основі технології Semantic Web, що може бути інтегрована в інші проекти.

Результати побудови і аналізу онтології оформлюються у вигляді звітів, що відповідають двом практичним роботам.

№	Назва комп'ютерного практикуму
1	<i>Побудова структури онтології в заданій предметній області.</i>
2	<i>Використання програмного забезпечення і технологій Semantic Web для створення онтології в заданій предметній області.</i>

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- при написанні екзамену забороняється використання засобів зв'язку для пошуку інформації в Інтернеті;*
- на заняттях бажано відключати телефони;*
- роботи мають бути виконані з дотриманням академічної доброчесності.*

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: виконання комп'ютерних практикумів (2 роботи), модульної контрольної роботи.

Критерії нарахування балів за комп'ютерні практикуми (КП):

- за умови правильно оформленого звіту з бездоганним виконанням завдання КП – 40 балів;*
- за наявності зауважень в процедурі виконання КП – 32–39 балів;*
- за наявності серйозних зауважень в процедурі виконання КП, неповного або неточного виконання КП – 24–31 балів.*

За кожний тиждень запізнення з поданням роботи на перевірку нараховується штрафний –1 бал, але підсумкова оцінка за прийняту роботу не може бути менше 24 балів.

Максимальна кількість балів за всі КП кредитного модулю дорівнює: $40 \cdot 2 = 80$ балів.

Модульна контрольна робота (МКР) проводиться у письмовій формі і складається з чотирьох практичних питань. Критерії нарахування балів за елементи МКР:

- за умови повної правильної відповіді – 5 балів;*
- за умови відповіді з незначними помилками, або недостатньо повної відповіді – 4 бал;*
- за умови відповіді з суттєвими помилками, або часткової відповіді – 3 бали.*

Максимальна кількість балів за МКР дорівнює: $5 \cdot 4 = 20$ балів.

Календарний контроль: Умовою успішного проходження першого календарного контролю є виконання комп'ютерного практикуму №1. Умовою успішного проходження другого календарного контролю є виконання комп'ютерних практикумів №1 і №2.

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх комп'ютерних практикумів та стартовий рейтинг не менше 25 балів.

Максимальний стартовий рейтинг складає: $2 \cdot 20 + 10 = 50$ балів.

Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом двох семестрів, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Якщо сума балів менш ніж 60, то студент виконує залікову контрольну роботу. Студент не допущений до заліку, якщо не виконані умови допуску: комп'ютерні практикуми не зараховано, або рейтинг менший 30 балів. Залікова контрольна робота оцінюється у 100 балів.

Студент, який у семестрі отримав не менш ніж 60 балів, може прийняти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі, бали отримані ним на контрольній роботі є остаточними.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент ММСА, к.т.н. Савченко Ілля Олександрович

Ухвалено кафедрою ММСА (протокол № 13 від 05.06.2024)

Погоджено Методичною комісією НН ІПСА (протокол № 10 від 24.06.2024)