

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій

Затверджено

На засіданні кафедри ОЕІТ
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № ____ від 31 серпня 2020 р.)

Завідувач кафедри _____

Силабус з навчальної дисципліни
«Системи штучного інтелекту»,
що викладається в межах ОПП «Інформаційні системи та техно-
логії» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобува-
чів з спеціальності
126 «Інформаційні системи та технології»

Назва дисципліни	Основи штучного інтелекту
Адреса викладання дисципліни	м. Львів, вул. ген. Тарнавського, 107
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 Інформаційні технології, 126 Інформаційні системи та технології
Викладачі дисципліни	Грабовський Володимир Андрійович, канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент
Контактна інформація викладачів	volodymyr.grabovskyi@lnu.edu.ua, https://electronics.lnu.edu.ua/employee/hrabovskyj-volodymyr-andrijovych-2
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через MS Teams, Zoom. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	http://194.44.208.156/moodle/course/view.php?id=43#section-1
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Системи штучного інтелекту» є вибірковою дисципліною з спеціальності 126 Інформаційні системи та технології для освітньої програми «Інформаційні системи та технології», яка викладається в 3 семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна «Основи штучного інтелекту» призначена для вивчення основ штучного інтелекту та розуміння основних підходів, які використовуються для створення його систем. Вивчаються роль знань, особливості їх отримання, представлення, подання при різних підходах у створенні систем ШІ та їх використанні. Розглядаються особливості побудови одного з найпоширеніших видів систем ШІ – «класичних» експертних систем, а також сучасні підходи до створення таких систем – зокрема, роль і значення застосування в сучасних системах штучного інтелекту штучних нейронних мереж, машинного та глибокого навчання, генетичних алгоритмів. Звертається увага на деякі апаратні проблеми, які виникають в процесі розвитку наукового прогресу і штучного інтелекту як невід'ємної його частини, та можливі шляхи і підходи щодо їх вирішення.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення вибіркової дисципліни «Основи штучного інтелекту» є ознайомлення студентів з його основами, розуміння ними сучасних підходів щодо створення систем тучного інтелекту та їх використання, деяких проблем, які супроводжують розвиток галузі та можливі шляхи їх вирішення.
Література для вивчення дисципліни	<p style="text-align: center;">Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рассел Стюарт, Норвиг Питер. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. – 1408 с. 2. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование, 4-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2007. – 1152 с. 3. Ручкин В.Н., Фулин В.А. Универсальный искусственный интеллект и экспертные системы. / СПб., «БХВ-Петербург», 2009. – 240 с. 4. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных/ пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 400 с. 5. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ. А. А. Слинкина. – 2-е изд., испр. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 652

	<p>с.</p> <p>6. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И. Д. Рудинского. – М.: Горячая линия -Телеком, 2006. – 452 с.</p> <p style="text-align: center;">Допоміжна література:</p> <p>7. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навч. посібник. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2008. – 431 с.</p> <p>8. Смолин Д. В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 208 с.</p> <p>9. А. П. Частиков Т. А. Гаврилова Д. Л.Белов. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS./ СПб., «БХВ-Петербург», 2003. – 608 с.</p> <p>10. Соловьев В.Д., Добров Б.В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В. Онтологии и тезаурусы: Учебное пособие. – Казань, Москва: Казанский государственный университет, МГУ им. М.В. Ломоносова, 2006. – 157 с.</p> <p>11. Николенко С., Кадурич А., Архангельская Е. Глубокое обучение. – СПб.: Питер, 2018. – 480 с.</p> <p>12. Мюллер А., Гвидо С. Введение в машинное обучение с помощью РYТОН. Руководство для специалистов по работе с данными. Пер. с англ. – СПб, «Альфа-книга», 2017. – 480 с.</p> <p>13. Галушкин А.И. Нейрокомпьютеры. Кн. 3: Учеб. пособие для вузов / Общая ред. А. И. Галушкина. - М: ИПРЖР, 2000. – 528 с.</p>
Обсяг курсу	64 години аудиторних занять, з них 32 години лекцій, 32 години лабораторних робіт, та 116 годин самостійної роботи
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Знати: основні поняття та визначення галузі штучного інтелекту; історію його виникнення, розвитку та особливості сучасного етапу; задачі, які вирішуються з використанням засобів і систем штучного інтелекту; методи і алгоритми пошуку, які застосовуються у штучному інтелекті; основні підходи, які використовуються для створення систем штучного інтелекту; способи подання інтелектуальної задачі та методи пошуку рішень; роль знань та особливості їх представлення у системах штучного інтелекту; проблеми, які виникають у системах, які засновані на знаннях; роль і значення штучних нейронних мереж, машинного та глибокого навчання і особливості їх застосування у сучасних засобах штучного інтелекту; особливості та проблеми сучасних тенденцій та підходів до створення систем штучного інтелекту; проблеми, у т. ч. й апаратного плану, які постають в галузі штучного інтелекту і сучасні підходи до їх вирішення. – Вміти: вчитися і оволодівати сучасними знаннями; проводити аналіз об'єктів проектування та предметної області; застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях; вибирати потрібний метод вирішення задачі; вибирати і обґрунтовувати метод представлення задачі та підхід, необхідний для вирішення конкретної проблеми; використовувати сучасні технології проектування в розробці алгоритмічного та програмного забезпечення інформаційних систем; використовувати методи формального опису систем, а також математичні та комп'ютерні моделі для обробки, аналізу, синтезу та оптимізації результатів.
Ключові слова	Штучний інтелект, інтелектуальні системи, інтелектуальні задачі, експертні системи, машинне навчання, штучні нейронні мережі, глибоке навчання, генетичні алгоритми.

Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Див. СХЕМА КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Вища математика», «Дискретна математика», «Алгоритми та структури даних», «Прорамування».
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції, лабораторні роботи, обговорення, дискусія.
Необхідне обладнання	Мультимедіа, платформа Moodle, комп'ютерне програмне забезпечення
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні роботи: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50. • контрольні заміри (2 модулі): 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50. <p>Загалом упродовж семестру 100 балів.</p> <hr/> <p>Контрольні заміри проводяться у формі письмових робіт. Академічна доброчесність: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
Питання до контрольних робіт	Перелік питань та завдань для проведення підсумкової оцінки знань певних тем до контрольних робіт розміщені на веб-сторінці.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

СХЕМА КУРСУ

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання (лабораторна робота), год	Термін виконання
1	Поняття та означення штучного інтелекту (ШІ). Що таке штучний інтелект? Етапи розвитку ШІ. Тест Тьюрінга, гіпотеза Ньюелла-Саймона та їх роль в створенні систем ШІ. Основні проблеми і напрями ШІ. Напрями досліджень ШІ. Підходи до побудови систем ШІ. Складові структури ШІ. «Класичний» і сучасний підходи до створення систем ШІ. Задачі, які вирішуються сучасними системами штучного інтелекту. Роль систем штучного інтелекту в сучасному житті. Перспективи розвитку ШІ.	Лекція	1, 3, 7,8	Вступне заняття. CLIPS – середовище створення експертних систем продукційного типу.	1 тиж. семестру
2	Інтелектуальні системи. Інтелектуальні задачі. Поняття інтелектуальної системи (ІС). Класи ІС. Функції ІС та процедури, які забезпечують їх виконання. Загальна архітектура ІС. Особливості та організація роботи ІС. Схема реалізації ІС. Види інтелектуальних систем. Класифікація інтелектуальних систем. Інтелектуальні задачі. Особливості інтелектуальних задач. Моделі представлення задач. Переваги і недоліки моделей представлення інтелектуальних задач. Сценарії. Рівні, метарівні знань і архітектура ІС.	Лекція	1, 3, 7,8	Освоєння основних навичок роботи з CLIPS.	3 тиж. семестру
3	Методи пошуку рішень задач у інтелектуальній системі. Пошук рішень у просторі станів. Основні методи рішень задач ІС. Представлення задач в просторі станів. Алгоритми рішення: основні поняття. Класифікація алгоритмів рішення. Алгоритми пошуку вшир та в глибину. Евристичні методи пошуку. Оцінка якості роботи алгоритмів перебору. Підхід до вирішення задач методом редукції. Формалізація задачі в рамках підходу. Зображення процесу редукції. І/АБО-графи. Рішення задачі. Вирішальний граф. Метод ключових операторів. Ключові оператори і відмінності станів. Метод планування загального вирішувача задач.	Лекція	1, 3, 7, 8	Факти та їх роль в експертних системах. Освоєння особливостей створення фактів різних типів та роботи з ними в CLIPS.	6 тиж. семестру
4	Знання та їх представлення у ШІ. Знання як спосіб подання інфор-	Лекція	1, 3, 7, 8	Правила та їх роль у експертних системах	9 тиж. семестру

	мації. Властивості, класифікація, різновиди знань. Експертні знання та особливості їх отримання і подання. Формалізовані і неформалізовані знання і задачі. Форми існування знань в інтелектуальних системах. Методи отримання, набуття і подання знань у ШІ. Система представлення знань. Мова представлення знань. Способи наділення програмних систем знаннями.			продукційного типу. Створення правил в середовищі CLIPS. Написання програми, яка забезпечує заданий порядок використання правил.	
5	Моделі подання знань. Логічні та продукційні моделі. Проблеми подання знань. Вибір форми представлення знань. Підходи до подання знань. Класифікація моделей представлення знань. Види моделей представлення знань. Моделі емпіричного та теоретичного плану. Продукційні моделі. Представлення знань за допомогою правил-продукцій. Структура продукційної системи. Процес виведення в продукційних системах. Пряме і зворотне виведення. Врахування конфліктів. Керування виведенням у продукційних системах. Переваги та недоліки продукційних систем.	Лекція	1, 3, 7, 8	Аналіз ефективності комунікації на основі транзитивного замикання бінарного нечіткого відношення	12 тиж. семестру
6	Семантичні мережі. Фреймові моделі. Поняття семантики. Об'єкти семантичних сіток та відносини між ними. Типи зв'язків між об'єктами семантичних мереж. Типи семантичних мереж. Класифікація семантичних мереж. Реляційні та концептуальні графи. Граф Растьє. Інтенціональні і екстенціональні мережі. Методи виведення на семантичних мережах. Пошук по перетинанню та зіставленню зі зразком. Переваги і недоліки семантичних мереж. Фреїм і його структура. Види фреїмів. Ієрархія фреїмів. Слоти. Процедури в слотах. Процедури-слуги. Процедури-демони. Приєднані процедури. Успадкування у фреїмових структурах. Керування виведенням..	Лекція	1, 3, 7, 8	Використання змінних та обмежень полів у антецедентній частині правил. Створення прототипу експертної системи.	15 тиж. семестру
7	Експертні системи (ЕС). Експертні системи та сфери їх застосування. Основні призначення експертних систем. Характеристики експертної системи. Особливості експертних систем. Проблеми використання ЕС. Відмінності експертних систем від інших комп'ютерних програм. Архітектура експертної системи. Класифікація експертних систем. Динамічні і статичні ЕС. Основні	Лекція	2, 3, 7, 8, 9	Підсумкове заняття.	16 тиж. семестру

	властивості ЕС реального часу. Режими роботи експертних систем. Придбання знань експертними системами.				
8	Особливості розробки експертних систем. Можливість і виправданість створення ЕС. Технологія побудови ЕС. Засоби проектування та розробки ЕС. Підходи до створення ЕС. Ролі учасників експертної системи. Технологія розробки експертних систем. Етапи створення ЕС. Приклади розробки та застосування ЕС.	Лекція	2, 3, 5, 11		
9	Нейронні мережі та їх роль у вирішенні задач системами ШІ. Що таке штучні нейронні мережі (ШНМ)? Природний і штучний нейрон. Перцептрон Розенблатта. Архітектура ШНМ. Одношарові та багатошарові ШНМ. Класифікація штучних нейронних мереж. Представлення нейронних мереж. Навчання ШНМ. Найпоширеніші застосування нейронних мереж.	Лекція	2, 3, 8, 9		
10	Машинне навчання. Традиційний і машинний підхід до навчання. Що таке “машинне навчання”? Задачі, які вирішуються методами машинного навчання. Основні інгредієнти машинного навчання. Дані, ознаки, алгоритми. Види машинного навчання. Моделі машинного навчання. Алгоритми машинного навчання. Метод градієнтного спуску. Навчання НМ методом зворотного поширення помилки Переваги машинного навчання.	Лекція	1, 4, 5, 12		
11	Глибоке навчання. Дані, ознаки, алгоритми, моделі. Місце глибокого навчання серед методів машинного навчання. Поняття “глибока мережа” і “глибоке навчання” (Deep learning). Виникнення і розвиток глибокого навчання. «Три хвили» глибокого навчання. Моделі (алгоритми) глибокого навчання. Основні види глибоких нейронних мереж глибокого навчання: мережі прямого поширення; автоенкодері; рекурентні нейронні мережі ; згорткові нейронні мережі; згорткові зворотні глибокі мережі; генеративні змагальні мережі. Програмні засоби Deep learning.	Лекція	5, 11		
12	Генетичні алгоритми і системи штучного інтелекту. Генетичні алгоритми та їх застосування. Основні поняття. Функція пристосованості і її роль в ГА. Класичний генетичний алго-	Лекція	1, 6		

	<p>ритм. Кроки виконання класичного ГА: ініціалізація, або вибір вихідної популяції хромосом; оцінка пристосованості хромосом в популяції; перевірка умови зупинки алгоритму; селекція хромосом; застосування генетичних операторів; формування нової популяції; вибір «найкращої» хромосоми. Еволюційні і генетичні алгоритми. Генетичні алгоритми і нейронні мережі. Переваги і недоліки генетичних алгоритмів. Підходи щодо вдосконалення ГА і подолання їх недоліків.</p>				
13	<p>Деякі застосування систем III. Інтернет речей (IoT). Проблеми IoT: безпека та конфіденційність. Деякі особливості розвитку IoT. Системи III у медицині. Приклади використання систем III в медицині. Проблеми використання ЕС та ШНМ та підходи до їх вирішення. Технології Data Mining. Завдання, які вирішуються з допомогою технологій Data Mining. Методи і алгоритми Data Mining. Особливості Data Mining. Використання технологій Data Mining.</p>	Лекція	Інтернет-ресурси		
14	<p>Інструментальні засоби створення систем штучного інтелекту. Засоби побудови ЕС. Класифікація інструментальних засобів розробки ЕС. Мови програмування III. Lisp – мова функціонального програмування. Функції і пропозиції Lisp. Мова логічного програмування Пролог. Засоби мови Пролог. Переваги мови Пролог. Оболонки експертних систем. CLIPS – програмне середовище для розробки ЕС. Сучасні фреймворки машинного та глибокого навчання: Tensor Flow, PyTorch, Keras, MXNet, CNTK (Microsoft Cognitive Toolkit), Caffe, DeepLearning4j, Chainer. Програмне забезпечення створення систем з генетичними алгоритмами.</p>	Лекція	2, 8, 9; Інтернет-ресурси		
15	<p>Проблеми розвитку штучного інтелекту та можливі шляхи їх вирішення.. Причина зростання вимог до комп'ютерної техніки і чому потрібні нові підходи до її створення. Нейрокомп'ютери – основна ідея, підходи до створення. Переваги нейрокомп'ютерів та галузі їх застосування. Межа «кремнієвої електроніки». Що таке квантовий комп'ютер (КК) і навіщо він взагалі потрібен? Підходи, покладені в основу кВа-</p>	Лекція	13; Інтернет-ресурси		

	<p>нтових обчислень. Особливості квантів. Кубіти та їх стани. «Заплутані» кубіти». Квантові регістри. Схема обчислення на квантовому комп'ютері. Перешкоди, які потрібно вирішити для створення такого пристрою. Особливості програмування КК. Чи можливе створення квантового комп'ютера? Сучасний стан проблеми. Поняття «Квантова перевага».</p>				
16	<p>Основи онтологічного підходу до представлення знань. Інтеграція знань в інтернеті. Проблеми використання інформації і онтології. Основні визначення. Формальна модель онтології. Тезаурус як окремий випадок онтології. Представлення онтологій. Класифікація онтологій; види онтологій. Мови онтологій; моделі онтологій. Використання онтологій. Переваги та недоліки використання онтологій. Сучасний стан доступу до інформації. Web-сайти і Web-портали. Проект Semantic Web. Підходи до створення Semantic Web. Стандарти Semantic Web. Мови, засновані на стандартах W3C. Онтологічна мова Web. Архітектура Semantic Web. Semantic Wiki.</p>	Лекція	1, 10		