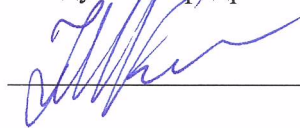


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра оптоелектроніки та інформаційних технологій

Затверджено

На засіданні
кафедри оптоелектроніки та інформацій-
них технологій
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 9 від 29 VIII 2022 р.)

Завідувач кафедри:



Олег КУШНІР

Силабус з навчальної дисципліни
«Основи штучного інтелекту»,
що викладається в межах ОПП «Інженерія програмного забезпе-
чення» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів з спеціальності
121 «Інженерія програмного забезпечення»

Назва дисципліни	Основи штучного інтелекту
Адреса викладання дисципліни	Корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка, 79017 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, 121 Інженерія програмного забезпечення
Викладачі дисципліни	Грабовський Володимир Андрійович, канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри оптоелектроніки та інформаційних технологій
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/лабораторних занять (за попередньою домовленістю). вул. Ген. Тарнавського 107, к.217 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 «Основи штучного інтелекту» є вибірковою дисципліною з спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення для освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення», яка викладається в 5 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 у штучному інтелекті, особливості їх отримання, представлення, подання при різних підходах у створенні систем ШІ та їх використанні. Розглядаються особливості побудови систем ШІ на основі символічного підходу, а також сучасні підходи до створення систем штучного інтелекту – зокрема, застосування в сучасних системах штучного інтелекту штучних нейронних мереж, машинного та глибокого навчання, генетичних алгоритмів. Проаналізовані деякі важливі напрямки застосування систем ШІ. Звертається увага на апаратні проблеми, які виникають в процесі розвитку штучного інтелекту, та можливі шляхи і підходи щодо їх вирішення.
Мета та цілі дисципліни	Мета: надати здобувачам основні поняття про штучний інтелект, підходи до створення його систем та особливості їх застосування. Ціль: ознайомлення студентів з основами штучного інтелекту, розуміння ними «класичних» і сучасних підходів щодо створення його систем та їх використання, а також деяких проблем, які супроводжують розвиток галузі, та можливі шляхи їх вирішення.
Література для вивчення дисципліни	Основна: 1. Stuart J. Russell and Peter Norvig. Artificial Intelligence. A Modern Approach. Third Edition – Pearson Ed., 2010. – 1151 p. 2. Joseph C. Giarratano and Gary D. Riley. Expert Systems: Principles and Programming. Fourth Edition. – Course Technology, Boston, MA, 2004. – 856 p. 3. Peter Flach. Machine Learning. The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data – Cambridge University Press, Edition 2012. – 416 p. 4. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville: Deep learning. – The MIT Press, 2016. – 800 p.

	<p>5. Eyal Wirsansky. Hands-On Genetic Algorithms with Python – Birmingham – Mumbai, 2020. – 334 p.</p> <p>6. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навч. посібник. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2008. – 431 с.</p> <p>7. Ethem Alpaydin. Introduction to Machine Learning. Fourth Edition. –The MIT Press; 2020. – 712 p.</p> <p>8. Колесницький О. К., Месюра В. І. Нейромережеві моделі та технології обчислювального інтелекту. Нейрокомп'ютери. Частина 1: навч. посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – 66 с.</p> <p style="text-align: center;">Додаткова:</p> <p>9. Danuta Rutkowska, Maciej Pilinski, Leszek Rutkowski. Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne I systemy rozmyte. – Warszawa ; Łódź : Wydaw. Naukowe PWN, 1999. – 412 с.</p> <p>10. Кононюк А.Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми – К.:«Корнійчук», 2008. – 446 с.</p> <p>11. Кургаєв О.П. Методи та системи штучного інтелекту [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» денної та заочної форм навчання / О.П.Кургаєв – К.: НУХТ, 2014. – 279 с.</p> <p>12. Субботін С. О. Нейронні мережі : теорія та практика: навч. посіб. – Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. – 184 с.</p> <p>13. Технології інтернету речей. Навчальний посібник [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», спеціалізація «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем» / Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 271 с.</p> <p>14. Марченко О.О., Россада Т.В. Актуальні проблеми Data Mining: Навчальний посібник для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики. – Київ. – 2017. – 150 с.</p> <p>15. Інтелектуальні системи управління: Експертні системи – основи проектування та застосування в системах автоматизації [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Л. Д. Ярошук. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 136с.</p>
<p>Обсяг курсу</p>	<p>64 години аудиторних занять, з них 32 години лекцій, 32 години лабораторних робіт, та 116 годин самостійної роботи</p>
<p>Очікувані результати навчання</p>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <p>знати:</p> <p>основні поняття та визначення галузі штучного інтелекту; задачі, які вирішуються з використанням засобів і систем штучного інтелекту; основні підходи, які використовуються для створення систем штучного інтелекту; роль знань та особливості їх представлення у системах штучного інтелекту; проблеми, які виникають у системах, які засновані на знаннях; 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.</p> <p>вміти:</p> <p>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 конкрет-</p>

	<p>ної проблеми та використовувати сучасні інформаційні технології при його реалізації.</p> <p>Після вивчення курсу здобувачі набудуть таких Загальних та Фахових компетентностей та Програмних результатів навчання:</p> <p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.</p> <p>ЗК4. Здатність спілкуватися іноземною мовою мовою як усно, так і письмово.</p> <p>ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ФК13. Здатність ідентифікувати, класифікувати та формулювати вимоги до програмного забезпечення.</p> <p>ФК14. Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування.</p> <p>ФК15. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.</p> <p>ФК20. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.</p> <p>ФК29. Здатність здійснювати розробку програмного забезпечення використовуючи сучасні парадигми програмування.</p> <p>ПРН1. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідкові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.</p> <p>ПРН5: Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.</p> <p>ПРН6. Уміння вибирати та використовувати відповідну задачі методологію створення програмного забезпечення.</p> <p>ПРН19. Знати та вміти застосовувати методи верифікації та валідації програмного забезпечення.</p>
Ключові слова	Штучний інтелект, системи штучного інтелекту, експертні системи, машинне навчання, глибоке навчання, генетичні алгоритми, квантові комп'ютери, нейрокомп'ютери.
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», «Програмування».
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції, лабораторні роботи, обговорення, інтерактивні методи (дискусія).
Необхідне обладнання	Мультимедіа; платформи Moodle, ZOOM, TEEMS; комп'ютерне програмне забезпечення.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним співвідношенням: <ul style="list-style-type: none"> лабораторні роботи: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість

балів 50.

• контрольні заміри (2 модулі): 40% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 40.

оцінка активності студентів протягом семестру -10% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 10.

Загалом упродовж семестру 100 балів.

Поточне тестування та самостійна робота		Лабораторні роботи	Оцінка активності протягом семестру	Сума
Модуль 1	Модуль 2			
T1 – T8	T9 – T16			
20	20	50	10	100

Контрольні заміри проводяться у формі тестових 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.

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.

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.

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.

Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.

Питання до контрольних робіт

В чому полягає суть машинного навчання?

В чому полягає суть навчання штучної нейронної мережі і як воно реалізується?

В чому суть поняття «штучний інтелект»?

Для виконання яких функцій застосовуються штучні нейронні мережі?

Для вирішення яких завдань найкраще підходять генеричні алгоритми?

Для чого використовується метод градієнтного спуску у машинному навчанні?

Для чого використовуються глибокі нейронні мережі у ШІ?

Для чого призначені експертні системи?

Коли штучна нейронна мережа вважається глибокою?

У чому полягає суть особливостей роботи нейрокомп'ютерних систем?

У чому полягає суть структурного підходу при створенні штучного інтелекту?

У чому суть етапу концептуалізації при побудові експертних систем?
У чому суть терміну «онтологія» і як вона використовується у штучному інтелекті?
У яких системах ШІ використовується нечітка логіка?
Чим зумовлена головна причина розробки нових підходів до створення комп'ютерної техніки ?
Що відіграє основну роль при побудові систем штучного інтелекту?
Що відноситься до компетентності експертних систем?
Що є основними складниками машинного навчання?
Що лежить в основі генетичних алгоритмів?
Що розуміється під рішенням задачі у просторі станів?
Що розуміють під внутрішнім поданням у системі штучного інтелекту?
Що розуміють під поняттям «інтелектуальний банк даних»?
Що розуміють під терміном «глибоке навчання»?
Що розуміють під терміном «фреймворки глибокого навчання»?
Що складає головну перевагу використання квантових комп'ютерів?
Що таке «Співставлення зі зразком» і де воно використовується?
Що таке динамічна експертна система і чим вона відрізняється від статичної?
Що таке інтелектуальний інтерфейс і яка його роль у системах ШІ?
Що таке Інтернет речей та які особливості його створення?
Що таке ключові оператори і в яких типах систем ШІ вони застосовуються?
Що таке метод зворотного поширення похибки і де він використовується?
Що являє собою інженерія знань і яка її роль у створенні систем ШІ?
Що являє собою оболонка експертної системи?
Що являє собою технологія Data Mining і для чого її використовують?
Що являють собою фрейми і фреймові системи?
Як здійснюється пошук рішень у продукційних системах?
Яка особливість рекурентних нейронних мереж?
Яка роль бази знань у роботі експертної системи і як вона створюється?
Яка роль вирішувача у системі штучного інтелекту?
Як працює генетичний алгоритм?
Яка роль представлення знань у створенні систем штучного інтелекту?
Яка функція відіграє визначальну роль у роботі генетичного алгоритму?
Що таке Semantic Web і які завдання він покликаний вирішити?
Який вид глибоких нейронних мереж використовується для знешумлення зображень?
Який з приведених висловів найповніше характеризує поняття «інтелект»?
Яким вимоги повинні задовольняти моделі представлення знань?
Які алгоритми використовуються у машинному навчанні?
Які види нейромереж найчастіше використовують для розпізнавання візуальних образів?
Які генетичні оператори відіграють основну роль в генетичних алгоритмах?
Які є проблеми у створенні та використанні квантових обчислювачів?
Які задачі вважаються інтелектуальними?
Які інструментальні засоби зазвичай не використовуються при побудові експертних систем?
Які методи використовують при селекції у генетичних алгоритмах?
Які мови програмування використовують для створення символічних

	<p>систем III?</p> <p>Які основні функції машини виведення у продукційних системах?</p> <p>Які особливості застосування процедури-демонів і у яких системах вони використовуються?</p> <p>Які особливості логічної моделі представлення знань?</p> <p>Які переваги використання у медицині глибокого навчання?</p> <p>Які переваги експертних систем перед експертом?</p> <p>Які платформи машинного навчання ви знаєте?</p> <p>Які причини застосування експертних систем у медицині?</p> <p>Які функції виконує інженер знань в процесі розробки експертної системи?</p> <p>Яку роль відіграє база знань у системах штучного інтелекту?</p> <p>Яку роль відіграє функція активації у штучному нейроні?</p> <p>Яку роль відіграють знання у штучному інтелекті і які особливості їх отримання?</p>
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, 6, 11	Вступне заняття. CLIPS – середовище створення експертних систем продукційного типу. 2 год.	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, 6, 11	Освоєння основних навичок роботи з CLIPS. 4 год.	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: ос-	Лекція	1, 6, 11	Функціональне програмування в CLIPS. Програмування складних математичних виразів. Створення	6 тиж. семестру

	новні 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.			власних функцій користувача. 6 год.	
4	Знання та їх представлення у ІІІ. Знання як спосіб подання інформації. 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 ІІІ. Система представлення знань. Мова представлення знань. Способи наділення програмних систем знаннями.	Лекція	1, 6, 11	Факти та їх роль в експертних системах. Освоєння особливостей створення фактів різних типів та роботи з ними в CLIPS. 6 год.	9 тиж. семестру
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, 6, 11, 15	Правила та їх роль у експертних системах продукційного типу. Створення правил в середовищі CLIPS. Написання програм, які забезпечують заданий порядок використання правил. 6 год.	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. Фрейм і його структура. Види	Лекція	1, 6, 11, 15	Використання змінних та обмежень полів у антецедентній частині правил. Створення прототипу експертної системи та тестування її роботи. 6 год.	15 тиж. семестру

	фреймів. Ієрархія фреймів. Слоти. Процедури в слотах. Процедури-слуги. Процедури-демони. Приєднані процедури. Успадкування у фреймових структурах. Керування виведенням..				
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 властивості ЕС реального часу. Режими роботи експертних систем. Придбання знань експертними системами.	Лекція	2, 6, 11, 15	Підсумкове заняття.	16 тиж. семестру
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, 6, 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	1, 4, 8, 9, 10, 12		
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. Нейронні мережі як алгоритм машинного навчання-Метод градієнтного спуску. Навчання НМ методом зворотного поширення помилки Переваги машинного навчання.	Лекція	1, 3, 7		
11	Глибоке навчання та його застосування у системах штучного інтелекту. Місце глибокого навчання серед	Лекція	1, 4, 11, 12		

	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; автоенкодера; рекурентні нейронні мережі; згорткові нейронні мережі; згорткові зворотні глибокі мережі; генеративні змагальні мережі. Програмні засоби Deep learning.				
12	Генетичні алгоритми і їх застосування. Генетичні алгоритми та їх застосування. Основні поняття. Функція пристосованості і її роль в ГА. Класичний генетичний алгоритм. 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.	Лекція	1, 5, 9, 10		
13	Деякі застосування систем ШІ. Системи ШІ у медицині. Приклади використання систем ШІ в медицині. Проблеми використання ЕС та ШНМ в медицині та підходи до їх вирішення. Інтернет речей (IoT). Проблеми IoT: безпека та конфіденційність. Деякі особливості розвитку IoT. Технології Data Mining. Завдання, які вирішуються з допомогою технологій Data Mining. Методи і алгоритми Data Mining. Особливості Data Mining. Використання технологій Data Mining.	Лекція	13, 14 Інтернет-ресурси		
14	Інструментальні засоби створення систем штучного інтелекту. Засоби побудови ЕС. Класифікація інструментальних засобів розробки ЕС. Мови програмування ШІ. 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. Сучас-	Лекція	2, 6, 11 Інтернет-ресурси		

	ні фреймфорки машинного та глибокого навчання: Tensor Flow, PyTorch, Keras, MXNet, CNTK (Microsoft Cognitive Toolkit), Caffe, DeepLearning4j, Chainer. Програмне забезпечення створення систем з генетичними алгоритмами.				
15	<p>Проблеми розвитку штучного інтелекту та можливі шляхи їх вирішення.</p> <p>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 квантових обчислень. Особливості квантів. Кубіти та їх стани. «Заплутані» кубіти». Квантові реєстри. 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>	Лекція	1, 8; Інтернет-ресурси		
16	<p>Основи онтологічного підходу до представлення знань. Інтеграція знань в інтернеті.</p> <p>Проблеми використання інформації і онтології. Основні визначення. Формальна модель онтології. Представлення онтологій. Класифікація онтологій; види онтологій. Мови онтологій; моделі онтологій. Використання онтологій. Переваги та недоліки використання онтологій.</p> <p>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, 11 Інтернет-ресурси		