|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Емблема  кафедри (за наявності)** | **Назва кафедри, що забезпечує викладання** |
| **ОСНОВИ АЛГОРИТМИЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ CAD СИСТЕМ**  **Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)** | | |

# Реквізити навчальної дисципліни

|  |  |
| --- | --- |
| Рівень вищої освіти | *Перший (бакалаврський) / Другий (магістерський) /  Третій (освітньо-науковий)* |
| Галузь знань | *ХХ Назва[[1]](#footnote-1)* |
| Спеціальність | *ХХХ Назва* |
| Освітня програма | *Назва* |
| Статус дисципліни | *Нормативна / Вибіркова* |
| Форма навчання | *очна(денна)/очна(вечірня)/заочна/дистанційна/змішана* |
| Рік підготовки, семестр | *Х курс, осінній / весняний семестр* |
| Обсяг дисципліни |  |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи |  |
| Розклад занять |  |
| Мова викладання | *Українська/Англійська/Німецька / Французька* |
| Інформація про  керівника курсу / викладачів | Лектор: *доцент кафедри КМ , к.т.н., Івановський Олексій Анатолійович*  Практичні / Семінарські: науковий ступінь, вчене звання, ПІБ, контактні дані  Лабораторні: науковий ступінь, вчене звання, ПІБ, контактні дані |
| Розміщення курсу | Посилання на дистанційний ресурс (Moodle, Google classroom, тощо) |

# Програма навчальної дисципліни

# Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Мета дисципліни: сформувати професійні компетенції в області Machine Learning та штучних нейронних мереж; сформувати правильні уявлення про основні поняття дисципліни; дати студентам глибокі знання про архітектуру нейронних мереж, способів їх графічного зображення у вигляді функціональних і структурних схем; дати уявлення про інструментальному ПО для навчання і експериментів з ними, підготувати студентів до використання технологій в науково-дослідній діяльності на базі САПР програм. Завдання дисципліни: освоїти теоретичний матеріал, що включає розгляд різних моделей нейронних мереж і їх особливості, класифікацію, ознайомлення з методами навчання нейронних мереж, ознайомлення з існуючими прикладними системами, заснованих на застосуванні машинного навчання; освоїти практичну частину в формі лабораторних занять, призначенням яких є ознайомлення з особливостями розв'язання задач за допомогою машинного навчання на основі алгоритмічного програмування; сприяти отриманню фундаментальних знань в ході самостійної дослідницької роботи; сприяти подальшому розвитку системного і логічного мислення; виховувати математичну і професійну культуру.

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

Для успішного освоєння даного курсу студенту потрібні відповідні знання по курсу «Інформатики» , базові знання англійської мови рівня A2 /B1 Pre-Intermediate , та математики.

# Зміст навчальної дисципліни

**Розділ 1. Типи завдань. Метричні класифікатори. Алгоритми кластеризації**

**Тема1.1**. Предмет і мета машинного навчання і аналізу даних

**Тема 1.2**. Метричні класифікатори

**Тема 1.3.** Алгоритми кластеризації

**Розділ 2.** **Дерева рішень,** **лінійні класифікатори.** **Нейронні мережи**

**Тема 2.1**. Дерева рішень

**Тема 2.2**. Лінійні класифікатори

**Тема 2.3.** Нейронні мережита Deep learning

**Розділ 3.** **Регресійний аналіз, ансамблеві методи. Стохастичний пошук**

**Тема3.1**. Регресійний аналіз

**Тема3.2.** Ансамблеві методи

**Тема 3.3.** Стохастичний пошук

*Надається перелік розділів і тем всієї* ***дисципліни****.*

# Навчальні матеріали та ресурси

Базові підручники знаходяться в електронному кампусі.

1. Machine Learning: A Probabilistic Perspective (Adaptive Computation and Machine Learning Series) / Murphy, Kevin P. MIT Press. 2014
2. Encyclopedia of Machine Learning and Data Mining / Sammut. Springer. 2016
3. Data Analysis, Machine Learning and Knowledge Discovery / Spiliopoulou, Myra; Janning, Ruth; Schmidt-Thieme, Lars; Gesellschaft für Klassifikation. Springer International Publishing. 2014
4. An introduction to statistical learning: with applications in R / G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani. – New York: Springer, 2013. – 426 с.
5. <https://www.kaggle.com/>
6. <http://archive.ics.uci.edu/ml/index.php>

*Зазначається: базова (підручники, навчальні посібники) та додаткова (монографії, статті, документи, електронні ресурси) література, яку потрібно прочитати або використовувати для опанування дисципліни.*

*Можна надати рекомендації та роз’яснення:*

* *де можна знайти зазначені матеріали (бібліотека, методичний кабінет, інтернет тощо);*
* *що з цього є обов’язковим для прочитання, а що факультативним;*
* *як саме студент/аспірант має використовувати ці матеріали (читати повністю, ознайомитись тощо);*
* *зв’язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни.*

*Бажано зазначати не більше п’яти базових джерел, які є вільно доступними, та не більше 20 додаткових.*

# Навчальний контент

# Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Лекційні заняття**

|  |  |
| --- | --- |
| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань |
| 1 | ***Тема1.1****. Предмет і мета машинного навчання і аналізу даних*  **Лекція 1*.*** Предмет і мета машинного навчання і аналізу даних. Основні принципи, завдання та підходи, використання в різних областях науки і індустрії. Основні етапи еволюції алгоритмів машинного навчання. |
| 2 | ***Тема 1.2.*** *Метричні класифікатори*  **Лекція 2***.* Метричні класифікатори  Класифікація нейронних мереж і їх властивості. Подання знань в штучних нейронних мережах. Загальний вигляд метричного класифікатора. Алгоритм K найближчих сусідів. Алгоритми відбору еталонів. |
| 3 | Тема 1.3 *Алгоритми кластеризації*  **Лекція 3**. Алгоритми кластеризації з фіксованою кількістю кластерів. Алгоритми кластеризації по щільності. Ієрархічна кластеризація. Багатошарова нейронна мережа прямого поширення. Алгоритм зворотного поширення помилки. Тонкощі навчання і його поліпшення |
| 4 | Тема 2.1 *Дерева рішень*  **Лекція 4*.*** Правила та аналіз якості (точність, повнота). Аналіз за допомогою ROC кривої. Алгоритм побудови дерева рішень. |
| 5 | **Лекція 5***.* Критерій інформаційного виграшу і критерій Джині. Ліси вирішальних дерев. |
| 6 | Тема 2.1. *Лінійні класифікатори.*  **Лекція 6***.* Перцептрон і розділяє гіперплоскость. Навчання, засноване на корекції помилок. Реалізація булевих функцій AND, OR і XOR за допомогою персептрона. |
| 7 | **Лекція 7**. Перехід в простір підвищеної розмірності. Метод опорних векторів |
| 8 | **Тема 2.3.** *Нейронні мережи**та Deep learning*  **Лекція 8** Логістична регресія. Метод найшвидшого спуска |
| 9 | **Лекція 9***.* Нейронні мережі та алгоритм зворотного поширення градієнта. Глибоке навчання, згортки і пулінг. |
| 10 | **Тема3**. Регресійний аналіз, ансамблеві методи. Стохастичний пошук  **Лекція 10** Лінійна регресія та аналіз |
| 11 | **Лекція 11.** Поліноміальна регресія. Зсув і дисперсія. |
| 12 | **Лекція 12.** Голосування. Бутстраппінг. Бустінг, адаптивний бустінг, градієнтний бустінг. |
| 13 | **Лекція 13***.* Монте-Карло пошук. Алгоритм симулювання. Алгоритми геометричного моделювання. |
| 14 | **Лекція 14.** Застосування штучних нейронних мереж для моделювання статичних об'єктів, класифікації, апроксимації функцій, кластеризації, часових рядів, лінійних динамічних об'єктів. |
| 15 | **Лекція 15.** Загальні засоби про сучасних програмних засобах і системах моделювання штучних мереж. Характеристики сучасних програмних засобів і систем моделювання штучних мереж. |

**Лабораторні роботи**

|  |  |
| --- | --- |
| № тема | Найменування або короткий зміст лаборатоних роботи |
| 1 | Побудова базового алгоритму для скрипта що буде застосовуватися в САПР системі використовуючи метричні класифікатори. |
| 2 | Побудова нейронного алгоритму для звернення числа і реалізування даного алгоритму для обчислення значення експоненти при довільному матеріальному значенні аргументу |
| 2 | Розробка простої нейронної мережі для САПР системи типу Fusion360 взявши за основу алогрітм вибору |
| 3 | Розробка інтегрованого графічного інтерфейсу користувача (англ. GUI) |
| 3 | Написання програми яка с помощью створеної нами нейромережі буде управляти змодельованим механізмом САПР системи и здатністю удосконалюваті задані нами алгоритми. |

*Надається інформація (за розділами, темами) про всі навчальні заняття (лекції, практичні, семінарські, лабораторні) та надаються рекомендації щодо їх засвоєння (наприклад, у формі календарного плану чи деталізованого опису кожного заняття та запланованої роботи).*

# Самостійна робота студента/аспіранта

Знати будову і методи роботи і навчання сучасних нейронних мереж. Вміти застосовувати нейронні мережі для вирішення завдань. Володіти інструментарієм для реалізації досліджуваних методів. Знати основні архітектури нейронних мереж, що застосовуються на практиці. Вміти комбінувати різні архітектурні рішення, функції втрат і прийоми підготовки даних для оптимального вирішення поставлених завдань машинного навчання за допомогою нейромережевих моделей.

Вміти обгрунтовано застосовувати методи штучного інтелекту, засновані на нейронних мережах, для вирішення конкретних завдань. Студенти за допомогою отриманих знань і навичок розробляють програми для САПР, перевіряють і керують інженерними проектами в рамках інтегрованого графічного інтерфейсу користувача.

А також розробляють програму яка за допомогою створеної нами нейромережі буде управляти змодельованим механізмом САПР системи і здатністю удосконалювати заданий нами алгоритми.

Курс складається з лекцій, практичних занять, при читанні лекцій основна увага приділяється вивченню найбільш складних питань дисципліни.

*Зазначаються види самостійної роботи (підготовка до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, розв’язок задач, написання реферату, виконання розрахункової роботи, виконання домашньої контрольної роботи тощо) та терміни часу, які на це відводяться.*

# Політика та контроль

# Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

*Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом/аспірантом:*

* З метою вивчення дисципліни під час лекційних та практичних занять необхідно використовувати підручники, посібники, практикувати навички розв'язування реальних задач. Проведення індивідуального консультування відбувається протягом курсу навчання.
* Для успішного засвоєння курсу слід передбачити тісний взаємозв'язок всіх видів занять - лекційних, практичних та індивідуальних. Теоретичний матеріал, викладений на лекційних заняттях є основою для вирішення інженерних завдань, що виконуються на практичних заняттях та під час виконання індивідуальних самостійних завдань. Це дозволяє поглибити знання з кожної теми)
* Захист лабораторних робіт відбувається після виконання всіх завдань даних на заняттях. Включає в себе як звіт по практичній частині так і відповіді на теоретичні питання
* Захист індивідуальних занять включає в себе виконання практичних завдань і відповідей на теоретичні питання

# Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

**Лабораторні роботи**

Необхідною умовою допуску до лабораторної роботи є наявність протоколу. Ваговий бал однієї лабораторної роботи становить 8 балів. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи: *r1* = 3 роботи х 8 бали = 24 балів.

Максимальна кількість штрафних балів мінус 3 бали або заохочувальних +3 бали за всі лабора­торні заняття.

**Рейтингові бали за одну лабораторну роботу**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Оцінка** | **Бали** | **Критерій оцінювання** |
| *A* | 8,00 | Зауважень до звіту нема, є відповіді на всі запитання |
| *B* | 7,20 | Несуттєві зауваження до звіту, відповіді на більшість запитань |
| *C* | 6,70 | Зауваження до отриманих результатів, відповідь на частину питань |
| *D* | 5,60 | Звіт має помилки, відповіді лише на окремі питання |
| *E* | 4,80 | Робота виконана, отримано вірні результати, але не захищено. |
| *Fx* | 0,00 | Робота не виконана, звіт відсутній |

**Модульний контроль**

Модульна контрольна робота складається з чотирьох питань МКР яка проводять перед першою атестаціями та на при кінці навчального семестру. Ваговий бал МКР становить 12 балів.

Максимальна кількість балів за дві модульні контрольні роботи складає: *r2* = 12 бали х 1 мод.контр.роботи = 12 балів.

**Рейтингові бали за одну МКР**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Оцінка** | **Бали** | **Критерій оцінювання** |
| *A* | 12,0 | Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань |
| *B* | 10,8 | Вірна відповідь на 90 % питань |
| *C* | 9,6 | Вірна відповідь на 80 % питань |
| *D* | 8,4 | Вірна відповідь на 70 % питань |
| *E* | 7,2 | Вірна відповідь на 60 % питань |
| *Fx* | 0,0 | Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній |

**Практичні роботи**

Практичні роботи складаються з 3 завдань. Ваговий бал однієї практичної роботи становить 8 балів.

Максимальна кількість балів за дві модульні контрольні роботи складає: *r3* = 8 балів х 3 практичні роботи = 24балів.

**Рейтингові бали за одну практичну роботу**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Оцінка** | **Бали** | **Критерій оцінювання** |
| *A* | 8,0 | Зауважень до звіту нема, є відповіді на всі запитання |
| *B* | 7,2 | Несуттєві зауваження до звіту, відповіді на більшість запитань |
| *C* | 6,7 | Зауваження до отриманих результатів, відповідь на частину питань |
| *D* | 5,6 | Звіт має помилки, відповіді лише на окремі питання |
| *E* | 4,8 | Робота виконана, отримано вірні результати, але не захищено. |
| *Fx* | 0,0 | Робота не виконана, звіт відсутній |

**Штрафні та заохочувальні бали**

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали (табл.10.6). Загальна сума штрафних балів не може перевищувати 50 х 0,1 = (— 5) балів. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 50 х 0,1 = (+ 6) балів.

**Штрафні та заохочувальні бали**

|  |  |
| --- | --- |
| **Дія** | **Бали** |
| Відсутність на лабораторному без поважної причини | мінус 0,5 балу  (але в сумі не більш ніж мінус 3) |
| Не своєчасне подання результатів лабораторного або практич­ного заняття (термін виконання роботи - два тижні). | мінус 0,5 балу  (але в сумі не більш ніж мінус 3) |
| Участь у модернізації лабораторних або практичних робіт | плюс 2 бали |
| Удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни | плюс 3.. .5 балів |
| Застосування оригінального підходу при вирішенні задач | плюс 1 бал |

**Умови рубіжної атестації**

На 8-й тиждень навчання (перша атестація) графіком передбачено виконання:

1-ї практичної робіт 2 балів і захист не менше 1 лабораторної роботи 4 балів;

МКР 12 бали.

Що становить у сумі 4+4+12=20 балів. Таким чином для отримання "задовільно" з першої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж 20х0,5=10балів.

На 14-й тиждень навчання (друга атестація) графіком передбачено виконання:

2-х практичних робіт і захист не менше 2 лабораторних роб.: 2пр х 8 балів + 2 лб х 8 бали = 32 балів;

Що становить у сумі 36=3балів. Таким чином для отримання "задовільно" з пер­шої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж 36 х0,5=18 балів.

**Критерії оцінювання іспиту.**

Іспит складається з двох завдань, вага 1 питання 12 балів, вага 2 питання 28 балів. Максимальна кількість балів заліку успішності становить 40 балів.

Критерій екзаменаційного оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне завдан­ня білета за таблицею 10.7.

**Кількість балів за відповідні питання іспиту**

Критерії оцінювання Питання 1 іспиту Таблиця 10.6

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ESTC** | **Бали** | **Критерій оцінювання** |
| *A* | 12 | Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві заува­ження та неточності |
| *B* | 11.52 | Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відпо­відь на переважну більшість питань, творче мислення |
| *C* | 9.6 | Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки |
| *D* | 8.4 | Достатня відповідь (не менше 60% інформації) є зауваження, відповідь тільки на частину питань |
| *E* | 7.2 | Задовільна відповідь (не менше 60% інформації), суттєві помилки, відпо­відь на поодинокі питання, не може пояснити результати |
| *Fx* | 0,0 | Відповідь не вірна або менше 60% інформації, або відсутня |

Критерії оцінювання Питання 1 іспиту Таблиця 10.7

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ESTC** | **Бали** | **Критерій оцінювання** |
| *A* | 28 | Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві заува­ження та неточності |
| *B* | 25.2 | Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відпо­відь на переважну більшість питань, творче мислення |
| *C* | 22.4 | Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки |
| *D* | 19.6 | Достатня відповідь (не менше 60% інформації) є зауваження, відповідь тільки на частину питань |
| *E* | 16,8 | Задовільна відповідь (не менше 60% інформації), суттєві помилки, відпо­відь на поодинокі питання, не може пояснити результати |
| *Fx* | 0,0 | Відповідь не вірна або менше 60% інформації, або відсутня |

**10.8. Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни :**

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає: *Rc* = 

де *r* - рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни (табл. 10.2-10.7).

*Rc* = 24лб + 24пр + 12 мкр = 60 балів.

Екзаменаційна складова *RE* шкали дорівнює (табл. 10.8): *RE* = 60 балів.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає *RD* = *Rc* + *RE* = 50 + 50= 100 балів.

**Рейтингова шкала**  Таблиця 10.8

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| RD = RС + RE | Оцінка ECTS | Традиційна оцінка |
| 95-100 | A | відмінно |
| 85-94 | B | дуже добре |
| 75-84 | C | добре |
| 65-74 | D | задовільно |
| 60-64 | E | достатньо |
| < 0,6 | Fx | незадовільно |
| < 0,5 або не виконані інші умови допуску до екзамену | F | не допущений |

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання та зарахування всіх лабо­раторних та практичних робіт передбачених програмою, а також стартовий рейтинг *Rc* не менше 50% від *RC*. Тобто, не менш *RC* = 0,5х60 = 30 балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни більше 0,5 х Rc = 30 балів, до­пускаються до екзамену.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни менше 0,5 х R c = 30 балів (оці­нка F), зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до екзамену з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

*Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття, МКР, тест тощо*

*Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

*Семестровий контроль: екзамен / залік / захист курсового проекту (роботи)*

*Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за індивідуальне завдання / зарахування усіх лабораторних робіт / семестровий рейтинг більше ХХ балів.*

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

|  |  |
| --- | --- |
| *Кількість балів* | *Оцінка* |
| 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 |

# Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Білет складається з трьох питань

Питання №1 оцінюється максимум – 30 балів

Питання №2 оцінюється максимум – 30 балів

Питання№3 оцінюється максимум-40 балів

Результат заліку 0,4х(Питання №1+ Питання №2+ Питання№3) = 0,4х(30+70)=максимум 40 кредитів

***Питання***

1. Препроцессінг. Масштабування. Нормировка. Поліноміальні ознаки. One-hot encoding.

2. Кластеризація. kMeans, MeanShift, DBSCAN, Affinity Propagation.

3. Зміщення і дисперсія (bias and variance). Поняття середньої гіпотези.

4. Ансамблеві методи. Soft and Hard Voting. Bagging. Випадкові лісу. AdaBoost.

5. Типи навчання: з учителем, без учителя, з підкріпленням, з частковою участю вчителя, активне навчання.

6. Бустінг дерев рішень.

7. Помилка всередині і поза вибіркою. Помилка узагальнення. Нерівність Хёфдінга. Валідація та крос-валідація.

8. Лінійна регресія. Поліноміальна регресія. Гребньова регресія.

9. Розмірність Вапніка-Червоненкіса. Розмірність Вапніка-Червоненкіса для перцептрону.

10. Логістична регресія. Метод найшвидшого спуск.

11. Граничні умови. Ефективність за Парето. Presicion-Recall і ROC криві. AUC.

12. Ансамблеві методи регресії. RANSAC. Theil-Sen. Huber.

13. Перцептрон. Перцептрон з кишенею.

14. Метод опорних векторів. Постановка задачі. Формулювання і рішення двоїстої завдання. Типи опорних векторів. Ядра.

15. Гіпотези та дихотомії. Функція зростання. Точка поломки. Доказ поліноміальний функції зростання в присутності точки поломки.

16. Дерева рішень. Інформаційний виграш, критерій Джині. Регуляризація дерев. Недбалі вирішальні дерева.

17. Байєсівський класифікатор. Типи оцінки розподілів ознак (Gaussian, Bernoulli, Multinomial). EM алгоритм.

18. Нейронні мережі. Перцептрон Розенблатта. Функції активації. Зворотне поширення градієнта.

19. Стохастическая оптимізація. Hill Climb. Відпал.

20. Метричні класифікатори. kNN. WkNN. Відбір еталонів. DROP5. Kdtree.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено** доцент кафедри КМ , к.т.н., Івановський Олексій Анатолійович

**Ухвалено** кафедрою \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_ від \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

**Погоджено** Методичною комісією факультету[[2]](#footnote-2) (протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_\_\_)

1. В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

   Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану.

   Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх». [↑](#footnote-ref-1)
2. Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін. [↑](#footnote-ref-2)