

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| <b>1. Загальна інформація про навчальну дисципліну</b>  |  |
|---|--|
| Повна назва навчальної дисципліни   | Алгоритми машинного навчання   |
| Повна офіційна назва закладу вищої освіти   | Сумський державний університет   |
| Повна назва структурного підрозділу   | Факультет Електроніки та інформаційних технологій,<br>Кафедра прикладної математики та моделювання складних систем   |
| Розробник(и)  | Князь Ігор Олександрович,<br>к.ф.-м.н., доцент   |
| Рівень вищої освіти   | другий рівень вищої освіти; НРК України – 8 рівень; QF-LLL – 7 рівень; FQ-EHEA – другий цикл   |
| Семестр вивчення навчальної дисципліни  | 16 тижнів протягом 1-го семестру   |
| Обсяг навчальної дисципліни   | Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 64 години становить контактна робота з викладачем (32 години лекцій, 32 години практичних занять), 86 годин становить самостійна робота |
| Мова(и) викладання  | Українська   |
| <b>2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі</b>   |  |
| Статус дисципліни   | Обов'язкова дисципліна за освітньою програмою «Прикладна математика» спеціальності 113 «Прикладна математика»  |
| Передумови для вивчення дисципліни  | Необхідні знання з: теорії ймовірності та математичної статистики, алгебри, математичного аналізу  |
| Додаткові умови   | Додаткові умови відсутні   |
| Обмеження   | Обмеження відсутні   |
| <b>3. Мета навчальної дисципліни</b>  |  |
| Метою дисципліни є формування у студентів сучасного наукового світогляду в області методів машинного навчання; знайомство студентів з сучасними технологіями автоматизованого інтелектуального аналізу даних та тенденціями розробки і застосування інформаційних інтелектуальних систем; подальше становлення і вдосконалення інформаційної та програмної культури майбутніх |  |

фахівців.

#### 4. Зміст навчальної дисципліни

##### Тема 1. Основні концепції машинного навчання.

Задачі машинного навчання. Історія розвитку теорії машинного навчання. Основні етапи роботи системи машинного навчання. Збір даних та їх первинна обробка. Візуалізація даних.

##### Тема 2. Навчання з вчителем.

Огляд методів класифікації. Алгоритми Naive Bayes та Decision Trees. Алгоритми SVM, K-NN. Регресійний аналіз.

##### Тема 3. Навчання без вчителя.

Методи кластеризації. Алгоритми DBSCAN, K-Means, Mean-Shift. Пошук правил (асоціація). Алгоритми Euclat, Apriori, FP-Growth. Зменшення розмірності (узагальнення). Алгоритми PCA, SVD, LDA. Алгоритми латентно-семантичного аналізу.

##### Тема 4. Навчання з підкріпленням.

Алгоритм Q-Learning Алгоритми SARSA, DQN, A3C. Генетичні алгоритми

##### Тема 5. Ансамблеві методи.

Стекінг. Бегінг (Random Forest). Бустінг. Алгоритми XGBoost, AdaBoost, CatBoost.

#### 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

|     |   |
|-----|---|
| РН1 | Оцінити можливість застосування алгоритмів машинного навчання для розв'язання поставленої задачі.   |
| РН2 | Сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату. |
| РН3 | Здійснювати підготовку та первинну обробку даних для їх подальшого використанні при машинному навчанні.   |
| РН4 | Проводити аналіз результатів роботи алгоритму для вибору найкращого методу машинного навчання, що підходить для конкретної задачі.  |
| РН5 | Використовувати сучасні технології програмування для реалізації методів машинного навчання.   |

#### 6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна:

|      |  |
|------|--|
| ПРН1 | Знати сучасні мови програмування та основні напрями задач, в яких вони застосовуються найбільш ефективно. Бути здатним до самостійного оволодіння мовою програмування, найбільш пристосованою для певної задачі та її надбудовами. |
| ПРН2 | Уміти формалізувати задачі певної предметної галузі, формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами,                              |

|      |   |
|------|---|
|      | оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.  |
| ПРН3 | Виконувати математичний опис, аналіз та синтез складних систем та динамічних процесів у цих системах.   |
| ПРН5 | Бути здатним проводити аналітичне дослідження математичних моделей об'єктів і процесів на предмет існування та єдиності їх розв'язку.             |
| ПРН7 | Уміти поєднувати методи математичного та комп'ютерного моделювання з неформальними процедурами експертного аналізу для пошуку оптимальних рішень. |
| ПРН9 | Застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних і символічних алгоритмів. |

## **7. Види навчальних занять та навчальної діяльності**

### **7.1 Види навчальних занять**

*Видами навчальних занять при вивченні дисципліни є лекції (Л) та практичні заняття (ПЗ):*

#### **Тема 1. Основні концепції машинного навчання.**

*Л 1. Задачі машинного навчання. Історія розвитку теорії алгоритмів машинного навчання.*

*Л 2. Основні етапи роботи системи машинного навчання.*

#### **Тема 2. Навчання з вчителем.**

*Л 3. Огляд методів класифікації. Алгоритми Naive Bayes та Decision Trees.*

*Л 4. Алгоритми SVM, K-NN. Регресійний аналіз.*

*П 1. Алгоритм Naive Bayes та його програмна реалізація.*

*П 2. Навчання за алгоритмом Decision Trees.*

*П 3. Навчання за алгоритмом SVM.*

*П 4. Алгоритм K-NN. Програмна реалізація.*

#### **Тема 3. Навчання без вчителя.**

*Л 5. Методи кластеризації. Алгоритми DBSCAN, K-Means, Mean-Shift*

*Л 6. Пошук правил. Алгоритми Euclat, Apriori, FP-Growth.*

*Л 7. Зменшення розмірності (узагальнення). Алгоритми PCA, SVD, LDA.*

*Л 8. Алгоритми латентно-семантичного аналізу.*

*П 5. Кластеризація даних за алгоритмом DBSCAN.*

*П 6. Алгоритм Apriori та його програмна реалізація.*

*П 7. Аналіз даних за допомогою алгоритму PCA.*

*П 8. Латентно-семантичний аналіз.*

#### **Тема 4. Навчання з підкріпленням.**

*Л 9. Алгоритм Q-Learning*

*Л 10. Алгоритми SARSA, DQN, A3C*

*Л 11. Генетичні алгоритми.*

*Л 12. Генетичні алгоритми при навчанні нейромереж*

*П 9. Навчання за алгоритмом Q-Learning*

*П 10. Навчання за алгоритмом SARSA  
П 11. Навчання за алгоритмом АЗС  
П 12. Реалізація генетичного алгоритму*

**Тема 5. Ансамблеві методи.**

*Л 13. Стекінг  
Л 14. Бегінг (Random Forest)  
Л 15. Бустінг  
Л 16. Алгоритми XGBoost, AdaBoost, CatBoost.*

*П 13. Побудова ансамблю у рамках стекінгу.  
П 14. Реалізація бегінгу.  
П 15. Алгоритм XGBoost  
П 16. Програмна реалізація алгоритму CatBoost.*

**7.2 Види навчальної діяльності**

**НД 1.** Підготовка до лекційних занять для участі у лекції дискусії.  
**НД 2.** Виконання практичних завдань за варіантами.  
**НД 3.** Захист виконаних практичних завдань.  
**НД 4.** Підготовка доповідей з використанням мультимедійної презентації за темами практичних робіт у відповідно до варіантів.  
**НД 5.** Виконання ситуативних завдань за усіма темами.

**8. Методи викладання, навчання**

Дисципліна передбачає навчання через:  
**МН 1.** Традиційні мультимедійні лекції;  
**МН 2.** Лекції-дискусії  
**МН 3.** Практичні заняття у вигляді семінарів з мультимедійними презентаціями студентів  
**МН 4.** Виконання домашніх завдань за варіантами. Результатом є звіт в електронному або друкованому вигляді.  
**МН 5.** Самостійна робота з вивченням оприлюднених електронних матеріалів.

Лекції надають студентам матеріали з фундаментальних основ теорії алгоритмів машинного навчання, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти (PH1, PH2). Лекції доповнюються практичними заняттями, що надають студентам можливість застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах (PH3–PH5).

**9. Методи та критерії оцінювання**

**9.1. Критерії оцінювання**

Оцінювання знань студентів здійснюється за 100- баловою шкалою, яка переводиться відповідно у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу європейської кредитно-трансферної системи (ЄКТС –А, В, С, D, E, Fx, F) див. Таблицю 1.

| Сума балів за шкалою університету* | Оцінка ЄКТС | Оцінка за національною шкалою, 4 – бальна шкала | Визначення  |
|------------------------------------|-------------|---|---|
| 90 – 100                           | A           | Відмінно  | Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок |
| 82 – 89                            | B           | Добре   | Вище середнього рівня з кількома помилками            |
| 74 – 81                            | C           | Добре   | Загалом правильна робота з певною кількістю помилок   |
| 64 – 73                            | D           | Задовільно                                      | Непогано, але зі значною кількістю недоліків          |
| 60 – 63                            | E           | Задовільно                                      | Виконання задовольняє мінімальні критерії             |
| 35 – 59                            | FX          | Незадовільно                                    | Можливе повторне складання                            |
| 0– 34                              | F           | Незадовільно                                    | Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни     |

Студент, який протягом навчального періоду виконав всі заплановані види навчальної роботи та за наслідками модульних атестацій набрав необхідну, яка відповідає позитивній оцінці, кількість рейтингових балів (не менше 60), отримує семестрову оцінку у відповідності до набраних рейтингових балів.

Студент, який протягом поточної роботи не набрав кількість рейтингових балів, що відповідає позитивній оцінці, але не менше 35, зобов'язаний перескладати захід підсумкового семестрового контролю.

Студент, який за наслідками модульних атестацій не набрав мінімально необхідної кількості рейтингових балів (не менше 35) не допускається до повторного складання підсумкового семестрового контролю і отримує оцінку «неприйнятно» (за шкалою ECTS – «F»).

## 9.2 Методи поточного формативного оцінювання

За дисципліною передбачені такі методи поточного формативного оцінювання: опитування та усні коментарі викладача за його результатами, настанови викладача в процесі виконання практичних завдань, обговорення та взаємооцінювання студентами виконаних практичних завдань (О), перевірка та оцінювання письмових звітів (або презентацій) за результатами виконання практичних робіт (ПР).

## 9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

Оцінка студента формується таким чином:

- звіт за результатами виконання практичної роботи (*виконання, презентація, захист*) – 10 балів за кожну роботу (усього 6 практичних завдань);
- підсумковий модульний контроль (ПМК) у кожному модульному циклі – по 20 балів (форма підсумкового контролю – залік, що проводиться у письмовій формі за тестовими технологіями).

Захист практичної роботи є комплексним і включає захист теоретичного матеріалу згідно теми практичної роботи, захист базового та індивідуальних завдань за даною

темою. Відповідно рейтингові бали розподіляються наступним чином.

Загальна кількість балів за одну захищену роботу – 10. Із них 4 бали нараховуються за теоретичну частину (від 2,4 до 4 балів), 6 балів – за практичне виконання базового та індивідуальних завдань (від 3.6 до 6 балів).

## **10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни**

### **10.1 Засоби навчання**

Навчальний процес потребує використання мультимедійного обладнання (МО) для проведення лекційних занять та комп'ютерний клас (КК) для практичних занять.

### **10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення**

*Основна література.*

1. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусств.о построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных/ пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2015. - 400 с.
2. Золотых, Н. Ю. Машинное обучение и анализ данных / Н. Ю. Золотых. – 2018. – 693 с.
3. Мюллер, А. Введение в машинное обучение с помощью Python: руководство для специалистов по работе с данными / А. Мюллер, С. Гвидо. – М., 2016-2017. – 393 с.

*Допоміжна література:*

4. Мелёшин, И. Анализ данных и машинное обучение в MATLAB / И. Мелёшин. – MathWorks, 2014. – 60 с.
5. Местецкий Л.М. Математические методы распознавания образов (Курс лекцій. <http://www.ccas.ru/frc/papers/mestetskii04course.pdf>)