Міністерство освіти і науки України

Львівський національний університет імені Івана Франка

Кафедра радіоелектронних і комп’ютерних систем

“**ЗАТВЕРДЖУЮ**”

Декан факультету електроніки та

комп'ютерних технологій

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Фургала Ю.М.

“\_\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 року

**Кіберфізичні системи**

**ПРОГРАМА**

**навчальної дисципліни**

**підготовки бакалаврів**

**галузі знань 12 Інформаційні технології 126 інформаційні системи та технології**

**(шифр за ОПП\_\_\_\_\_\_\_\_)**

**2020** рік

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

Львівським національним університетом імені Івана Франка

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Сінькевич О.О., асистент кафедри радіоелектронних і комп'ютерних систем, факультету електроніки та комп'ютерних технологій

Затверджено на засіданні Вченої ради факультету електроніки та комп'ютерних технологій

“\_\_” \_\_\_\_ 20 року, протокол №\_/\_\_

Голова Вченої ради Фургала Ю. М.

Обговорено та рекомендовано до затвердження Навчально-методичною радою факультету електроніки та комп'ютерних технологій

“\_\_” \_\_\_\_\_\_ 20 року, протокол №\_\_

Голова навчально-методичної ради

факультету електроніки та комп'ютерних технологій Лучечко А. П.

Програму схвалено на засіданні кафедри радіоелектронних і комп'ютерних систем

“\_\_\_\_”\_\_\_\_\_20 року, протокол № \_\_\_

В.о. завідувача кафедри

радіоелектронних і комп'ютерних систем Оленич І. Б.

 Сінькевич О.О. 2020 рік

# Загальні Відомості

Програма вивчення навчальної дисципліни «**Кіберфізичні системи**» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності **126- інформаційні системи та технології** і є вибірковою дисципліною циклу професійно-орієнтованих дисциплін.

**Міждисциплінарні зв'язки:** навчальна дисципліна «Кіберфізичні системи» вивчається у логічному взаємозв'язку з іншими навчальними дисциплінами, що обумовлює необхідність постійного обліку та реалізації викладачами існуючих міжпредметних зв'язків з суміжними навчальними курсами, зокрема, такими як «Мова програмування Python», «Сенсори та виконавчі механізми», «Основи машинного навчання», «Стохастичне моделювання» та інші.

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є моделі, алгоритми, спеціалізовані програмні бібліотеки, які застосовуються для проектування та програмного забезпечення кіберфізичних систем (КС).

Програма навчальної дисципліни складається з двох модулів та дев’яти лабораторних.

**1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**1.1. Метою викладання навчальної дисципліни** є одержання студентами знань про види КС та сучасні підходи до програмної розробки таких систем з використанням мови програмування Python 3; опанування навичок проектування КС на базі мікроконтролерної техніки сімейства STM32; ознайомлення з архітектурою нейронних мереж для обробки та моделювання даних для КС; набуття студентами практичних вмінь застосування алгоритмів машинного навчання до КС.

**1.2. Основні завдання вивчення дисципліни:** навчити студентів використовувати Python для створення алгоритмів машинного навчання під потреби КС на базі мікроконтролера STM32; надати студентам розуміння та практичні навички для створення програмно-апаратного комплексу КС від етапу обробки і моделювання даних до розгортання відповідних моделей штучних нейронних мереж на периферійному (граничному) пристрої.

**1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:**

**знати:** сучасні тенденції розвитку інформаційних систем і технологій, демонструвати практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп’ютерних систем і комунікаційних технологій у професійній діяльності; процес створення чітко структурованих програм на мові Python під потреби КС; основи рекурентних нейронних мереж; механізм розгортання написаних моделей машинного навчання на мікроконтролері, а також інший теоретичний і практичний матеріал згідно програми курсу.

**вміти:** застосовувати засвоєний матеріал для створення програмного забезпечення КС; створювати та використовувати сучасні нейромережеві архітектури для потреб моделювання даних КС; демонструвати навички використання інструментальних засобів інформаційних технологій під час проектування інформаційних систем і розроблення ІТ рішень для розвитку та управління бізнесом.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Форма навчання* | *Семестр* | *Всього*  *кредитів/годин* | *Розподіл навчального часу  за видами занять* | | | | | *Семестр. атестація* |
| *Лекції* | *Практ. зан.* | *Сем.* *зан.* | *Лаб. роб.* | *СРС* |
| *Денна* | 6 | 6.0/180 | 32 | - | - | 32 | 116 | залік |

**ІІ. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни**

*Модуль 1*. **Розробка програмного забезпечення нейроконтролера.**

**Тема 1.1.** Введення у КС. Машинне навчання у контексті КС. Типові задачі глибокого навчання КС.

**Тема 1.2.** Системи зберігання даних для edge-пристроїв з використанням апаратно-програмного хабу. InfluxDB.

**Тема 1.3.** Обробка даних та процес підготовки даних для моделей глибокого навчання. Трансформація даних.

**Тема 1.4.** Моделі глибокого навчання для граничних обчислень. Рекурентні нейронні мережі (РН).

**Тема 1.5.** Вдосконалені моделі РН. Довга короткочасна пам’ять. Основи реалізації

**Тема 1.6.** Стискання та оптимізація РН. Квантування ваг та прийоми зменшення розміру моделей для граничного пристрою.

**Тема 1.7.** Мікроконтролер STM32. Архітектура та особливості. X-CUBE-AI. Розгортання моделі РН.

*Модуль 2*. **Мультиагентні системи. Автономна КС комп’ютерного зору.**

**Тема 2.1.** Поняття ройового інтелекту. Мета-евристика. Штучний бджолиний рій.

**Тема 2.2.** Метод рою часток. Паралелізація та оптимізація РН для edge-пристрою.

**Тема 2.3.** Розщеплення оптимізованих РН для edge-пристроїв. Комбінація нейроконтролерів.

**Тема 2.4.** Автономні системи комп’ютерного зору. Вступ до згорткових нейронних мереж для edge-пристрою.

**Тема 2.5.** Класифікація зображень. MobileNet.

**Тема 2.6.** Виявлення та ідентифікація об’єктів. Алгоритм YOLO.

**Тема 2.7. Реалізація YOLO детектора для** edge-**пристрою. Розгортання.**

# ІІІ. ПРИБЛИЗНИЙ ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1. Застосування InfluxDB для сенсорних даних.
2. Реалізація модуля перетворення даних для моделі РН.
3. Реалізація моделі довгої короткочасної пам’яті засобами Python.
4. Оптимізація РН. Регуляризація та квантування.
5. Реалізація ройових алгоритмів.
6. Паралелізація ройових алгоритмів на мікрокомп’ютері NVidia Jetson Nano.
7. Розщеплення РН та комбінація двох edge-пристроїв.
8. Дослідження класифікації зображень на мікрокомп’ютері NVidia Jetson Nano.
9. Розгортання моделі YOLO на мікрокомп’ютері NVidia Jetson Nano.

**ІV. Рекомендована література**

1. Pardeep Kumar, Vasaki Ponnusamy, Vishal Jain. Industrial Internet of Things and Cyber-Physical Systems: Transforming the Conventional to Digital. Advances in Computer and Electrical Engineering. Engineering Science Reference. - 2021. - 458 c.
2. Xun (Brian) Wu, Sudarshan Kadambi, Devram Kandhare, Aaron Ploetz. Seven NoSQL Databases in a Week. Packt Publishing Ltd. -2018. - 308 c.
3. B. V. Vishwas, Ashish Patel. Hands-on Time Series Analysis with Python.Apress. - 2020. - 420 c.
4. Warren Gay. Beginning STM32. Technology in Action. Apress. - 2018. - 432 c.
5. Carmine Noviello. Mastering STM32. Lean Publishing. - 2018. - 852 c.
6. Andrew W. Trask. Grokking Deep Learning. Manning Publications; 1st edition. - 2019. - 354 c.
7. Charu C. Aggarwal. Neural Networks and Deep Learning. Textbook. Springer. - 2018. - 512 c.
8. Jason Brownlee. Clever Algorithms. Nature-Inspired Programming Recipes. - 2011. - 437 c.
9. A. Vasuki. Nature-Inspired Optimization Algorithms. CRC Press. - 2020. - 275 c.
10. Himanshu Singh. Practical Machine Learning and Image Processing: For Facial Recognition, Object Detection, and Pattern Recognition Using Python. Apress. - 2019. - 177 c.
11. Umberto Michelucci. Advanced Applied Deep Learning: Convolutional Neural Networks and Object Detection. Apress. - 2019. - 294 c.
12. Agus Kurniawan. IoT Projects with NVIDIA Jetson Nano: AI-Enabled Internet of Things Projects for Beginners. Apress. - 2021. - 127 c.

**V. Форма підсумкового контролю успішності навчання**

Контроль засвоєння матеріалу включає поточний контроль (дві модульні контрольні роботи 2х15 = 30 балів), лабораторні роботи/оцінки відповідей (60 балів) та відвідування занять (10 балів). Сумарна оцінка виставляється за 100-бальною шкалою.

Вивчення курсу завершується заліком, який проводиться в усній формі на основі семестрової успішності.

**VI. Засоби діагностики успішності навчання**

Для засвоєння теоретичного матеріалу, підготовки до виконання лабораторних завдань студентам надається можливість користуватися безкоштовними онлайн-ресурсами (посилання надаються під час лекцій), бібліотеками Львівського національного університету імені Івана Франка, студентам старших курсів (починаючи з третього) – Львівською національною науковою бібліотекою України імені В. Стефаника. Також студенти можуть проходити безкоштовні онлайн-курси на платформах Prometheus, або Coursera. Студенти мають змогу отримати консультації з питань дисципліни в лектора та викладачів, які проводять лабораторні заняття.

Оцінка якості засвоєння навчальної дисципліни включає поточний контроль успішності та складання підсумкового контролю.

Для поточного контролю засвоєння студентами навчального матеріалу передбачається виконання та захист 9 обов'язкових лабораторних робіт та написання 2 модульних контрольних робіт.

При оцінюванні лабораторної роботи враховується підготовка до виконання лабораторної роботи, хід виконання лабораторної роботи, оформлення звіту, отримані результати та захист звіту про виконану лабораторну роботу.