



Розподілене та федеративне навчання

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>F Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>F2 Інженерія програмного забезпечення F6 Інформаційні системи та технології F7 Комп'ютерна інженерія</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем Комп'ютерні системи та мережі Інтегровані інформаційні системи Інформаційні управляючі системи та технології Інформаційне забезпечення робототехнічних систем Інформаційні системи та технології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ЄКТС (Лекцій 32 годин, Лабораторних занять 14 годин, Самостійна робота студентів 74 години)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.ф.-м.н, с.н.с, Гордієнко Юрій Григорович, gord@comsys.kpi.ua Лабораторні: Гордієнко Нікіта Юрійович, nikita.gordiienko@comsys.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/ODM2NzUyOTQyMzg1?cjc=2vchb222</i>

1.Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна “Розподілене та федеративне навчання” спрямована на вивчення підходів, методів і механізмів функціонування та використання методів штучного інтелекту (ШІ) в контексті розподіленого та федеративного навчання. Необхідність в використанні нових підходів обумовлена тим, що сучасні підходи до вирішення складних завдань методами ШІ потребують обробки надзвичайно великого обсягу даних і використання великої кількості обчислювальних ресурсів.

Вивчення даної дисципліни майбутніми науковцями дозволить їм набути важливих компетенцій в плані розвитку існуючих і використанню нових підходів проектування, розробки та використання засобів розподіленого та федеративного навчання, а також засвоїти методи їх підготовки для практичного застосування.

Метою вивчення дисципліни “Розподілене та федеративне навчання” є підготовка фахівців, здатних розв’язувати комплексні проблеми в галузі науково-дослідної діяльності у сфері розробки та використання засобів розподіленого та федеративного навчання, організацію рішень на основі компонентів розподіленого та федеративного навчання, їх способи налаштування та тестування в практичних умовах.

Предметом дисципліни є:

підходи і методи побудови компонентів і засобів розподіленого та федеративного навчання;

методи та механізми налаштування окремих компонентів і засобів ефективних систем на основі розподіленого та федеративного навчання,

методи інтеграції окремих компонентів і засобів розподіленого та федеративного навчання,

методи налаштування та моніторингу компонентів і засобів розподіленого та федеративного навчання у нових ефективних комп’ютерних системах.

Вивчення даної дисципліни дозволить сформувати та підсилити компетентності відповідно до Освітньо-наукових програм (ОНП) магістерського рівня підготовки за спеціальностями F2, F6 та F7.

Програмні результати навчання (ПРН):

Згідно з вимогами ОНП здобувачі після засвоєння дисципліни «Розподілене та федеративне навчання» мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- Прогнозувати вплив і ефект застосовуваних методів, технічних засобів і технологій комп’ютерної інженерії.
- Розв’язувати складні задачі і проблеми, що виникають у професійній діяльності.
- Демонструвати знання концептуальних і методологічних засад розв’язання наукових проблем в комп’ютерній інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямках.
- Самостійно обирати та безпечно застосувати відповідні технічні та програмні засоби для використання в комп’ютерній інженерії.
- Здійснювати дослідження та проектування технічних та програмних складових хмарних систем на підставі знання тенденцій розвитку сучасних комп’ютерних систем

За результатами вивчення навчальної дисципліни “Розподілене та федеративне навчання” мають бути отримані такі знання.

1. Мати передові концептуальні та методологічні знання у сфері проектування та побудови ефективних систем на основі засобів розподіленого та федеративного навчання.
2. Мати методологічні знання в плані розробки основних компонентів комп’ютерних систем на основі засобів розподіленого та федеративного навчання;

3. Мати концептуальні та методологічні знання у сфері інтеграції компонентів на основі засобів розподіленого та федеративного навчання для побудови комп'ютерних систем.

Уміння, які мають бути отримані у рамках вивчення навчальної дисципліни "Розподілене та федеративне навчання".

1. Вміти ефективно здійснювати пошук та критичний аналіз компонентів і засобів розподіленого та федеративного навчання.
2. Вміти розв'язувати задачі розробки та налаштування основних компонентів і засобів розподіленого та федеративного навчання.
4. Вміти розв'язувати задачі налаштування взаємодії основних компонентів і засобів комп'ютерних систем на основі спеціалізованих компонентів і засобів розподіленого та федеративного навчання.
5. Вміти застосовувати технології інтеграції основних компонентів і засобів комп'ютерних систем на основі спеціалізованих компонентів і засобів розподіленого та федеративного навчання.
6. Вміти застосовувати технології налаштування сукупності основних компонентів і засобів комп'ютерних систем загального використання на основі компонентів і засобів розподіленого та федеративного навчання для надійної роботи з даними.

Здобувачі наукового ступеня також мають бути здатні.

1. Застосовувати прикладні бібліотеки та програмні системи, які використовуються при розробці основних компонентів комп'ютерних систем на основі компонентів і засобів розподіленого та федеративного навчання.
2. Володіти методами та технологіями програмування з використанням прикладних бібліотек та програмних систем, призначених для інтеграції основних компонентів комп'ютерних систем на основі на основі компонентів і засобів розподіленого та федеративного навчання.

Таке поєднання загальних та спеціальних компетентностей, теоретичних та практичних знань, умінь та здатностей сприяє підвищенню науково-практичного рівня здобувачів наукового ступеня магістра задля здійснення ними ефективних наукових досліджень.

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

Для успішного оволодіння дисципліною необхідні знання:

- основ математичного аналізу, теорії графів, теорії функцій та математичної статистики;
- основ функціонування операційних систем;
- основ паралельного програмування.

Компетентності, знання та вміння, отримані в рамках вивчення даної дисципліни, можуть бути застосовані для отримання обґрунтованих результатів досліджень та підвищення наукового рівня дисертаційних робіт.

3.Зміст навчальної дисципліни

- 1.Введення в курс. Мета і завдання курсу.
- 2.Базові відомості про паралелізацію даних та паралелізацію моделей.
- 3.Базові відомості про розподілене та федеративне навчання
- 4.Платформи та фреймворки для розподіленого та федеративного навчання
- 5.Децентралізована оптимізація та градієнтний спуск (FedSGD)
- 6.Алгоритм федеративної агрегації (FedAvg)

- 7.Варіанти федеративної агрегації
- 8.Алгоритм федеративної агрегації з різнорідними даними
- 9.Методи безпечної федеративної агрегації
- 10.Комунікаційно-ефективне навчання глибоких мереж у федеративному навчанні
- 11.Інтегроване багатозадачне навчання
- 12.Федеративне навчання для периферійних обчислень
- 13.Федеративне навчання для прикладних завдань: класифікація зображень в медицині
- 14.Федеративне навчання для прикладних завдань: обробка природної мови
- 15.Федеративне навчання для прикладних завдань: системи рекомендацій
- 16.Федеративне мета-навчання
- 17.Масштабованість та стійкість до помилок у федеративному навчанні
- 18.Проектування та оптимізація систем розподіленого та федеративного навчання

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова:

1. Матеріали дистанційного курсу «Розподілене та федеративне навчання»
<https://classroom.google.com/c/ODM2NzUyOTQyMzg1?cjc=2vchb222>
2. Шестаков, І.А., Соколова, Н.О. Федеративне навчання в мережах IoT. *COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES: EDUCATION, SCIENCE, PRODUCTION*, (60), 337-343, 2025. — 7 с.

Додаткова:

3. Razavi-Far, R., Wang, B., Taylor, M. E., & Yang, Q. (2022). *Federated and Transfer Learning*. Springer International Publishing AG.
4. Ludwig, H., & Baracaldo, N. (Eds.). (2022). *Federated learning: A comprehensive overview of methods and applications*. Cham: Springer.
5. Saravanan Krishnan, A. Jose Anand, R. Srinivasan, R. Kavitha, S. Suresh (2023). *Handbook on Federated Learning: Advances, Applications and Opportunities*, CRC Press.
6. Nakayama, K., & Jeno, G. (2022). *Federated Learning with Python: Design and implement a federated learning system and develop applications using existing frameworks*, Packt Publishing.
7. Yu, S., & Cui, L. (2023). *Security and Privacy in Federated Learning*. Springer Nature.
8. ur Rehman, M. H., & Gaber, M. M. (Eds.). (2021). *Federated learning systems: Towards next-generation AI* (Vol. 965). Springer Nature.
9. Bhattacharya, P., Verma, A., & Tanwar, S. (Eds.). (2023). *Federated Learning for Internet of Medical Things: Concepts, Paradigms, and Solutions*. CRC Press.

Інформаційні ресурси

10. TensorFlow Federated (TFF) (<https://github.com/tensorflow/federated>)
11. FedJAX: Federated learning simulation with JAX (<https://github.com/google/fedjax>)
12. Flower: A Friendly Federated Learning Framework (<https://github.com/adap/flower>)
13. Federated Learning Simulator (FLSim) (<https://github.com/facebookresearch/FLSim>)
14. FLUTE (Federated Learning Utilities for Testing and Experimentation) (<https://github.com/microsoft/msrflute>)

15. A generic framework for privacy preserving deep learning
(<https://github.com/OpenMined/PySyft>)

Обладнання, що необхідне для проведення занять

Лекційні заняття проводяться в аудиторії, яку обладнано проектором, практичні заняття – в комп'ютерному класі.

Навчальний контент

5.Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Назви розділів, тем	Кількість годин			
	Всього	У тому числі		
		Лекції	Лабораторні роботи	СРС
1.Введення в курс. Мета і завдання курсу.		2		2
2.Базові відомості про паралелізацію даних та паралелізацію моделей.		2		2
3.Базові відомості про розподілене та федеративне навчання		2		4
4.Платформи та фреймворки для розподіленого та федеративного навчання		2		2
5.Децентралізована оптимізація та градієнтний спуск (FedSGD)		2		2
6.Алгоритм федеративної агрегації (FedAvg)		2	2	4
7.Варіанти федеративної агрегації		2		2
8.Алгоритм федеративної агрегації з різномірними даними		2	4	2
9.Методи безпечної федеративної агрегації		2		4
10.Комунікаційно-ефективне навчання глибоких мереж у федеративному навчанні		2		2
11.Інтегроване багатозадачне навчання		2		2
12.Федеративне навчання для периферійних обчислень		2	4	4
13.Федеративне навчання для прикладних завдань: класифікація зображень в медицині		2	4	2
14.Федеративне навчання для прикладних завдань: обробка природної мови		2		2
15.Федеративне навчання для прикладних завдань: системи рекомендацій		2		4
16.Федеративне мета-навчання		2		4
17.Масштабованість та стійкість до помилок у федеративному навчанні				4
18.Проектування та оптимізація систем розподіленого та федеративного навчання				4
Всього в семестрі:	120	32	14	74

Лабораторні заняття:

Метою проведення лабораторних занять є набуття студентами необхідних практичних навичок для побудови хмарних комп'ютерних систем.

1. Лабораторна робота №1:
Сучасні уявлення про алгоритм федеративної агрегації (FedAvg)
2. Лабораторна робота №2:
Сучасні уявлення про алгоритм федеративної агрегації з різнорідними даними
3. Лабораторна робота №3:
Федеративне навчання для периферійних обчислень
4. Лабораторна робота №4:
Федеративне навчання для прикладних завдань: класифікація зображень в медицині
5. Лабораторна робота №5:
Федеративне навчання для прикладних завдань: обробка природної мови
6. Лабораторна робота №6:
Федеративне навчання для прикладних завдань: системи рекомендацій

6. Самостійна робота студента

- підготовка до лекцій
- підготовка до практичних занять
- підготовка до заліку

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Під час занять з навчальної дисципліни «Розподілене та федеративне навчання» студенти повинні дотримуватись певних дисциплінарних правил:

- забороняється запізнюватись на заняття;
- не допускаються сторонні розмови або інший шум, що заважає проведенню занять;
- не допускається користування мобільними телефонами та іншими технічними засобами без дозволу викладача.

Перевірка результатів лабораторних робіт включає перевірку протоколу, який студент готує особисто.

Роботи, які здаються із порушенням зазначених термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Учебний Семестр	Кількість годин за учебним планом							залік
	Усього	Лекції	Практ. заняття	Лаборат. заняття	ДКР	МКР	Самост. робота	
1	120	32		14			74	залік
Всього	120	32		14			74	залік

Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи – лабораторних робіт та модульної контрольної роботи (МКР) здійснюється окремо в балах за 100 бальною шкалою за кожну лабораторну роботу і МКР.

Підсумкова кількість балів за виконання усіх лабораторних робіт обчислюється як середня кількість балів за всі виконані лабораторні роботи.

Підсумкова кількість балів за виконання усіх навчальних робіт обчислюється як середній бал від суми: підсумкової середньої оцінки за усі виконані лабораторні роботи + оцінки за МКР.

Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах:

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів за окремі види навчальної роботи	Максимальна підсумкова кількість балів
Виконання та захист лабораторної роботи 1	100	100 (підсумкова середня кількість балів за всі виконані лабораторні роботи)
Виконання та захист лабораторної роботи 2	100	
Виконання та захист лабораторної роботи 3	100	
Виконання та захист лабораторної роботи 4	100	
Виконання та захист лабораторної роботи 5	100	
Виконання та захист лабораторної роботи 6	100	
Виконання модульної контрольної роботи (МКР)	100	100
Всього балів (середній бал від суми: підсумкової середньої оцінки за всі виконані лабораторні роботи + оцінки за МКР)		100

Критерії оцінювання виконання завдань лабораторних робіт:

- робота виконана та захищена без зауважень – 95-100 балів;
- достатньо повне виконання завдання з деякими похибками – 85-94 балів;
- недостатньо повне виконання завдання або наявність помилок – 75-84 бали;
- неповне виконання завдання або наявність суттєвих помилок – 60-74 бали;
- при виконанні або під час захисту роботи були виявлені суттєві помилки – 0-59 балів.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал. Модульна контрольна робота оцінюється в межах 100 балів.

Критерії оцінювання МКР:

повна відповідь (не менш ніж 95% потрібної інформації) – 95-100 балів;

повна відповідь з незначними помилками або достатньо повна відповідь (не менш ніж на 85% потрібної інформації) – 85-94 балів;

недостатньо повна відповідь (але не менш ніж 75% потрібної інформації) та незначні помилки – 75-84 балів;

неповна відповідь (але не менш ніж 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 60-74 балів;

суттєві помилки – 0-59 балів.

Поточний контроль: опитування за темою заняття

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

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх лабораторних робіт із підсумковою середньою кількістю балів за всі виконані лабораторні роботи ≥ 60 балів та виконання МКР із оцінкою ≥ 60 балів.

Загальний рейтинг студента з кредитного модуля складається з середній бал від суми: підсумкова кількість балів за виконання усіх навчальної роботи та оцінки за залік.

Відповідність рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість рейтингових балів	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95...100	Відмінно	Зараховано
85...94	Дуже добре	Зараховано
75...84	Добре	
65...74	Задовільно	Зараховано
60...64	Достатньо	
< 60	Незадовільно	Не зараховано
не виконані умови допуску до заліку	Не допущено	Не допущений

9.Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

теоретичні та практичні питання, що виносяться на семестровий контроль, відповідають переліку основних тем, що входять до програми вивчення дисципліни “Розподілене та федеративне навчання”.

Умова зарахування додаткових балів.

В рамках вивчення навчальної дисципліни допускається зарахування балів, одержаних в результаті

- виконання індивідуального науково-дослідного проєкту за темою дисципліни та умови попереднього погодження на пряму дослідження з викладачем та подачі статті про результати дослідження на міжнародну наукову конференцію рівня не нижче IEEE/ACM.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: професором кафедри обчислювальної техніки, д.ф.-м.н., с.н.с. Гордієнком Юрієм Григоровичем

Ухвалено: кафедрою обчислювальної техніки (протокол №12 від 23.06.2025р.)

Погоджено: методичною комісією ФІОТ (протокол №11 від 27.06.2025р.)