

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ  
Кафедра математичної інформатики**



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана  
з навчальної роботи

Кашпур О.Ф.

« 28 » 2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
Розподілені системи обробки інформації/Distributed  
Systems of Information Processing  
для студентів**

галузь знань 12 “Інформаційні технології”/“Information Technologies”  
спеціальність 122 “Комп'ютерні науки”/“Computer Science”  
освітній рівень магістр/masters  
освітня програма Штучний інтелект/ Artificial Intelligent  
вид дисципліни **Обов'язкова навчальна дисципліна/ mandatory**

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	2
Кількість кредитів ECTS	5
Мова викладання, навчання та оцінювання	англійська, українська/ <b>English, Ukrainian</b>
Форма заключного контролю	залік/credit

Викладачі: професор Глибовець Микола Миколайович, д.ф.-м.н.

Пролонговано: на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.  
на 20 /20 н.р. ( ) « » 20 р.

**КИЇВ – 2020**

Розробник: Глибовець Микола Миколайович, д. ф.-м. н., проф.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри математичної інформатики

Взру Терещенко В.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 1 від «28» серпня 2020 р.

Схвалено Гарантом освітньо-наукової програми «Штучний інтелект»

Ю.В. Крак (Крак Ю.В.)

«28» 08 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «28» серпня 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії Л.Л. Омельчук (Омельчук Л.Л.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«28» серпня 2020 року

**1. Мета дисципліни** — дати сучасні знання про теоретичні основи, технології побудови розподілених систем обробки інформації, зосередитися на проблемах та шляхах їх подолання при роботі з великими даними.

/

**Discipline aim.** The aim of the discipline is to provide up-to-date knowledge of theoretical foundations, technologies of construction distributed systems, put attention on a problems and ways to overcome them when working with big data.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни/**

### **Preliminary demands to master or choice of the course discipline:**

1. *Знати:* базову дисципліну «Кросплатформні та мультиплатформні технології», теорію алгоритмів, основні структури даних, реляційні та нереляційні бази даних, мови програмування. Знання технічної англійської мови на рівні B1.
2. *Вміти:* розробляти, аналізувати та застосовувати програмні системи для розв'язання завдань та прикладних задач, використовуючи сучасні методи розробки програм.

/

1. To know: the basic discipline “Cross-platform and multi-platform technologies”, theory of algorithms, basic data structures, relational and non-relational databases, programming languages. Level B1 technical English skills.
2. To be able to: develop, analyse and apply software systems to solve problems and applied tasks using modern software development methods.

### **3. Анотація навчальної дисципліни / Synopsis of the course:**

Дисципліна «Розподілені системи обробки інформації» належить до переліку обов'язкових навчальних дисциплін освітньо-наукової програми підготовки фахівців «Штучний інтелект» за другим (магістерським) рівнем вищої освіти галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Вона забезпечує професійний розвиток магістра, спрямована на формування теоретичних основ, технології побудови та використання розподілених систем, зокрема, розуміння проблематики роботи з великими даними в розподілених застосуваннях.

Дана дисципліна є обов'язковою навчальною дисципліною за програмою “Штучний інтелект”. Викладається у 1 семестрі 1 курсу магістратури в обсязі – 5 кредитів ECTS.

У курсі передбачено 3 змістових частини, 2 контрольні роботи, 2 лабораторні роботи. Завершується дисципліна заліком в 2 семестрі 1 курсу магістратури.

/

The discipline "Distributed Systems of Information Processing" belongs to the list of mandatory disciplines as a component of the educational-scientific training program for the second (master's) level of higher education in the field of knowledge 12 "Information Technology" specialty 122 "Computer Science", educational-professional program "Artificial Intelligence". It provides the professional development of master students, aimed at the formation of theoretical foundations, technology of construction and use of distributed systems in the area of work with BigData.

**4. Завдання (навчальні цілі) / Objectives of study:** Основними завданнями дисципліни «Розподілені системи обробки інформації» є набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень в області розподілених систем відповідно до освітньої кваліфікації магістр зі штучного інтелекту. Зокрема, розвивати:

- здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК5);

- здатність до дослідження та аналізу надвеликих масивів даних із складною неоднорідною і/або невизначеною структурою для прийняття зважених бізнес-рішень (СК3);
- здатність застосовувати методи і засоби організації великих даних для проектування масштабованих інфраструктур консолідації ресурсів зберігання, дослідження, управління, захисту та обслуговування інформації, розв'язання завдань моделювання та прогнозування стратегічних напрямків розвитку бізнесу (СК4);
- Здатність використовувати високопродуктивні обчислення для задач з математичного моделювання та прогнозування у фундаментальних і прикладних дослідженнях різних дисциплін, взаємодіяти з іншими суперкомп'ютерними центрами України та зарубіжних країн, здійснювати спільну розробку технологій розподілених обчислень (СК6).
- здатність проектування динамічних веб-додатків як інформаційної системи із застосуванням об'єктно-орієнтованих технологій програмування, зокрема сучасних програмних засобів підтримки взаємодії клієнта та сервера із застосуванням розподілених систем керування базами даних, супроводження та оптимізація веб-сторінок (СК14);

/

Objectives (learning objectives): acquiring knowledge, skills and competences at the level of the latest achievements in distributed systems. In particular, to develop:

- the ability to communicate in a foreign language;
- the ability to investigate and analyze large-scale datasets of complex heterogenous and/or undetermined structure in the aim of well-targeted decision making;
- the ability to apply Big Data methods and tools in order to design scalable infrastructures of storage consolidation, research, manage, secure and maintain data, solving problems of modelling and forecasting of strategic business development threads;
- ability to use high-performance computations for mathematical modeling and forecasting tasks in fundamental and applied researches of different disciplines, interact with other supercomputer centers of Ukraine and foreign countries, to jointly develop technologies of distributed computing.
- the ability to design the dynamic web-applications as information system implementing the object-oriented programming technologies, in particular modern program tools which support the client-server interaction with the application of distributed database management systems, web pages maintaining and optimization.

#### 5. Результати навчання за дисципліною/ Results of learning:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсо- ток у підсум- ковій оцінці з дисцип- ліни
Код	Результат навчання			
РН 1.1	Знати основні проблеми при побудові розподілених систем / To know the main problems of development distributed systems	Лекція / Lecture	Активна робота на лекції, усні відповіді, Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей / Active work on lectures, oral answers, Test 1 (60% correct answers)	20%
РН 1.2	Знати основні складові розподілених систем / To know the main parts of distributed systems	Лекція / Lecture		
РН 1.3	Знати основні підходи до побудови розподілених систем \	Лекція / Lecture	Активна робота на лекції, усні відповіді,	15%

	To know the main approaches to distributed systems development		<i>Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей) / Active work on lectures, oral answers, Test 2 (60% correct answers)</i>	
PH 1.4	Знати основні підходи до роботи з даними в розподілених системах / To know the basic approaches for working with data in distributed systems	<i>Лекція / Lecture</i>	<i>Активна робота на лекції, усні відповіді, Контрольна робота 3 (60% правильних відповідей) / Active work on lectures, oral answers, Test 3 (60% correct answers)</i>	15%
PH 2.1	Вміти будувати Reliable, Scalable and Maintainable застосування / Be able to build Reliable, Scalable and Maintainable applications	<i>Лабораторна робота, самостійна робота / Laboratory work, individual work</i>	<i>Захист лабораторної роботи 1, Виконання завдань, винесених на самостійну роботу / laboratory work 1 defense, Tasks assigned to independent work</i>	15%
PH 2.2	Вміти розробляти та аналізувати розподілені системи, що працюють з великими даними / Be able to develop and analyze distributed systems that work with big data	<i>Лабораторна робота, самостійна робота / Laboratory work, individual work</i>	<i>Захист лабораторної роботи 2, Виконання завдань, винесених на самостійну роботу / laboratory work 2 defense, Tasks assigned to independent work</i>	15%
PH 2.3	Вміти організувати реплікацію та розбиття даних в розподілених системах та вміти будувати системи, що будуть це ефективно використовувати / Be able to make replication and partitioning of data in distributed systems and be able to build systems that will use it effectively	<i>Лабораторна робота, самостійна робота / Laboratory work, individual work</i>	<i>Захист лабораторної роботи 3, Виконання завдань, винесених на самостійну роботу / laboratory work 3 defense, Tasks assigned to independent work</i>	15%
PH 4.1	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість / Responsibly treat the works performed, be responsible for their quality	<i>Самостійна робота / Individual work</i>	<i>Виконання завдань, винесених на самостійну роботу / Accomplishment of tasks assigned to Individual work</i>	5%

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання / Correspondence between learning results and program study results

Результати навчання дисципліни	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 1.4	PH 2.1	PH 2.2	PH 2.3
<b>Програмні результати навчання</b>							
<i>(з опису освітньої програми)</i>							
<b>ПРН5.</b> Вирішувати складні проблеми, що вимагають систем з великою обчислювальною потужністю для забезпечення масштабованості	+	+	+	+	+	+	+

паралельних алгоритмів і програм.							
<b>ПРН6.</b> Використовувати розподілені високопродуктивні обчислювальні технології для забезпечення ефективного вибору та використання консолідованих ресурсів і послуг.		+	+				

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### - семестрове оцінювання:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді / *Active work on lectures, oral answers*: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4 — 10 балів/6 балів;
2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу / *Tasks assigned to independent work*: РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН4.1 — 10 балів/6 балів;
3. Контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2 — 15 балів/9 балів;
4. Контрольна робота 2: РН1.3 — 15 балів/9 балів;
5. Контрольна робота 3: РН1.4 — 10 балів/6 балів;
6. Захист лабораторної роботи 1: РН 2.1 — 10 балів/6 балів;
7. Захист лабораторної роботи 2: РН 2.2 — 15 балів/9 балів;
8. Захист лабораторної роботи 3: РН 2.3 — 15 балів/9 балів;

#### - підсумкове оцінювання (у формі заліку)/final evaluation (credit):

- Залікові бали визначаються як сума оцінок/балів за всіма успішно оціненими результатами навчання, передбаченими даною програмою.
  - Оцінки нижче від мінімального порогового рівня не додаються.
  - Мінімальний пороговий рівень для сумарної оцінки за всіма компонентами становить 60% від максимально можливої кількості балів.
- /
- Credit points are defined as the sum of grades / points for all successfully assessed learning outcomes provided by this program.
  - Scores below the minimum threshold are not added.
  - The minimum threshold for the total assessment of all components is 60% of the maximum possible number of points.

### 7.2 Організація оцінювання/Evaluation process:

Обов'язковим є виконання завдань, винесених на самостійну роботу, лабораторних робіт та модульних контрольних робіт за графіком робочої програми./ It is mandatory to perform tasks assigned to independent work, laboratory work and modular tests according to the schedule of the work program.

#### Терміни проведення форм оцінювання/Deadlines:

1. Контрольна робота 1 (тест): до 6 тижня семестру. *Test1: up to the end of 6 weeks of the semester.*
2. Контрольна робота 2 (тест): до 10 тижня семестру. *Test2: up to the end of 10 weeks of the semester.*
3. Контрольна робота 3 (тест): до 14 тижня семестру. *Test2: up to the end of 14 weeks of the semester.*
3. Лабораторна робота 1: до 4 тижня семестру. *Laboratory work 1: up to the end of 4 weeks of the semester.*
4. Лабораторна робота 2: до 9 тижня семестру. *Laboratory work 2: up to the end of 9 weeks of the semester.*

5. *Лабораторна робота 3: до 14 тижня семестру. Laboratory work 3: up to the end of 14 weeks of the semester.*

Студент має право на однократне перескладання кожної контрольної роботи із можливістю отримання максимально 90% початково визначених за цю контрольну роботу балів. Термін перескладання визначається викладачем.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

Студент має право здавати лабораторні роботи після закінчення визначеного для них терміну, але з втратою двох балів за кожен тиждень, який пройшов з моменту закінчення терміну її здачі.

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Failed	0-59

## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Семінари/ лабораторні	Самостійна робота
<b>Частина I. Основи розподілених систем Part I. “Foundations of distributed systems”</b>				
1	<b>Тема 1.</b> Основи побудови надійних та масштабованих застосувань <i>Самостійна робота:</i> Провести аналіз програми і змісту курсу та рекомендованої літератури. / <b>Theme 1.</b> Reliable, Scalable, and Maintainable Applications. <i>Individual work:</i> To analyze the program and course content, as well as recommended literature.	2		8
2	<b>Тема 2.</b> Моделі даних та мови запитів <i>Самостійна робота:</i> Побудувати систему, що використовує одночасно реляційну і не реляційну моделі даних / <b>Theme 2.</b> Data Models and Query Languages. <i>Individual work:</i> Develop system that used relational and NoSQL models	2		10
3	<b>Тема 3.</b> Зберігання та пошук інформації. <i>Самостійна робота:</i> Порівняти стовбчикові та рядкові сховища даних / <b>Theme 3.</b> Storage and Retrieval.	2		10

	<i>Individual work:</i> Compare table and row models of data storages			
4	<b>Тема 4.</b> Проблеми кодування інформації <i>Самостійна робота:</i> Використати Apache Thrift або gRPC для обміну даними в розподіленій системі / <b>Theme 4.</b> Encoding and Evolution. <i>Individual work:</i> Build distributed system that use Apache Thrift or gRPC for data exchange	2	2	10
5	<b>Тема 5.</b> Генетичні алгоритми в задачах комбінаторної оптимізації <i>Самостійна робота:</i> Для обраної задачі побудувати розв'язок з використанням генетичних алгоритмів / <b>Theme 5.</b> Genetic algorithms in combinatorial optimization problems <i>Individual work:</i> To construct a solution using genetic algorithms for the chosen task	2		10
<i>Контрольна робота 1/ Control work 1</i>		1		
<b>Частина II. Розподілені дані/ Part II. Distributed Data</b>				
6	<b>Тема 6.</b> Реплікація <i>Самостійна робота:</i> Побудувати застосування, що використовує реплікацію master-master. / <b>Theme 6.</b> Replication. <i>Individual work:</i> Develop application that used master-master replication	2		10
7	<b>Тема 7.</b> Розбиття даних в розподілених системах <i>Самостійна робота:</i> Побудувати застосування, що буде використовувати розбиття даних на декілька сховищ. / <b>Theme 7.</b> Partitioning. <i>Individual work:</i> Develop application that will use sharding of data	2		12
8	<b>Тема 8.</b> Розподілені транзакції <i>Самостійна робота:</i> Побудувати алгоритм еволюційної стратегії / <b>Theme 8.</b> Distributed Transactions. <i>Individual work:</i> Build an algorithm for evolutionary strategy	2	2	7
9	<b>Тема 9.</b> Послідовність дій та консенсус <i>Самостійна робота:</i> Проаналізувати алгоритми консенсусу	2	2	12



	/			
	<b>Theme 9. Consistency and Consensus.</b> <i>Individual work:</i> Analyze main algorithms of consensus			
	<i>Контрольна робота 2/ Control work 2</i>	1		
<b>Частина III. Робота з даними/ Part III. Derived Data</b>				
10	<b>Тема 10. Пакетна обробка даних</b> <i>Самостійна робота:</i> Побудувати застосування, що пакетно оброблює дані. / <b>Theme 10. Batch Processing.</b> <i>Individual work:</i> Develop application that work with data in batch processing paradigm	4	2	11
11	<b>Тема 11. Поточкова обробка даних</b> <i>Самостійна робота:</i> Порівняти пакетну і поточкову обробку даних та визначити в яких ситуаціях який підхід найкраще підходить / <b>Theme 11. Stream Processing.</b> <i>Individual work:</i> Analyze batch and stream data processing and provide summary for best cases	1	2	10
	<i>Контрольна робота 3</i>	1		
	ВСЬОГО	28	10	110

**Загальний обсяг 150 год., в тому числі/ Total duration 150 hours, namely:**

Лекції/ Lectures – **28 год./h.**

Лабораторні роботи / Laboratory works – **10 год./h.**

Консультації/ Consultations - **2 год./h.**

Самостійна робота/ Individual work - **110 год. /h.**

## 9. Рекомендовані джерела

### *Основні / Main:*

1. Э. Таненбаум, М. ван Стеен Распределённые системы, принципы и парадигмы. Питер, 2003
2. Martin Kleppmann Designing Data-Intensive Applications, OReilly 2017

### *Додаткові / Additional:*

3. Д. Бэкон, Т. Харрис Операционные системы, параллельные и распределённые системы. Питер, 2004
4. В.А. Шехонцов Операционні системи. Київ, Видавнича група BVH, 2005