

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інформаційних технологій
проф. Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

« 07 » * вересня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розподілені високопродуктивні інформаційно-обчислювальні системи та технології
Назва дисципліни

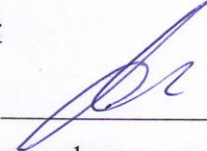
Галузь знань – 12 Інформаційні технології
Спеціальність – 122 Комп'ютерні науки
Рівень вищої освіти – Другий магістерський
Освітньо-професійна програма – Комп'ютерні науки
Обсяг дисципліни – 4 кредити ЄКТС, **Шифр дисципліни** – ОПІ.03
Мова навчання – українська
Статус дисципліни – обов'язкова (цикл професійної підготовки)
Факультет - Інформаційних технологій
Кафедра – Комп'ютерних наук

Курс	Семестр	Обсяг дисципліни		Кількість годин							Форма семестрового контролю		
				Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, у т.ч. ІРС	Курсовий проект			Курсова робота
		Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття				Залік	Іспит	
1	2	4	120	54	36	18			66				+
Разом		4	120	54	36	18			66				1

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» та стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 – Комп'ютерні науки другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Програма складена  доц., д.т.н. Едуард МАНЗЮК

Схвалено на засіданні кафедри комп'ютерних наук

Протокол від 30 серпня 2024 р., №1. Зав. Кафедри  проф. Олександр БАРМАК

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова вченої ради факультету  проф. Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

РОЗПОДІЛЕНІ ВИСОКОПРОДУКТИВНІ ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Тип (статус) дисципліни	Обов'язкова професійної підготовки
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Мова викладання	Українська
Семестр	2
Кількість призначених кредитів ЄКТС	4
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна	Денна

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: впевнено володіти понятійним апаратом розподілених систем; розуміти архітектури багаторівневих, сервісно-орієнтованих і пірингових систем; знати основи проектування відмовостійких і безпечних розподілених обчислень, у тому числі із використанням хмарних і блокчейн-технологій; аналізувати та застосовувати алгоритми синхронізації, виборів і взаємного виключення; забезпечувати узгодженість і реплікацію даних; оцінювати швидкодію, надійність і масштабованість розподілених систем.

Зміст навчальної дисципліни. Навчальний матеріал охоплює різноманітні аспекти розподілених систем, від основних концепцій до проектування та реалізації. Розглядаються архітектурні стилі, зокрема багаторівневі та сервісно-орієнтовані архітектури, а також системи пірингових і хмарних обчислень. Особлива увага приділяється темам комунікації, координації та іменування в розподілених середовищах, зокрема синхронізації, узгодженості та реплікації даних. Розглядаються підходи до забезпечення відмовостійкості та безпеки, включаючи криптографічні механізми, аутентифікацію і контроль доступу, що дозволяє створювати надійні розподілені системи.

Пререквізити – англійська мова за професійним спрямуванням.

Кореквізити – моделі та методи інтелектуального аналізу текстової інформації та машинного навчання, моделі та методи інтелектуального аналізу текстової інформації та машинного навчання.

Запланована навчальна діяльність лекцій – 36 год., лабораторних занять — 18 год., самостійної роботи – 66 год.; разом – 120 год.

Методи навчання: лекції (з використанням методів візуалізації); лабораторні заняття, самостійна робота (індивідуальні завдання).

Форми оцінювання результатів навчання: захист лабораторної роботи, підсумкова контрольна робота.

Вид семестрового контролю іспит.

Навчальні ресурси:

1. Van Steen, Maarten, and Andrew S. Tanenbaum. Distributed systems. Leiden, The Netherlands: Maarten van Steen, 2024. 685p.
2. Sunyaev, Ali . "Introduction to Internet Computing." Internet Computing: Principles of Distributed Systems and Emerging Internet-Based Technologies, 2024. 405p.
3. Joshi, Unmesh. Patterns of distributed systems. Addison-Wesley Professional, 2023. 456p.

Додаткова

4. Perry, Michael L. The Art of Immutable Architecture: Theory and Practice of Data Management in Distributed Systems. Second Edition. New York, NY, USA:: Apress, 2024. 497p.
5. Sandhya Avasthi, Suman Lata Tripathi, Namrata Dhanda, Satya Bhushan Verma, Decentralized systems and distributed computing. Wiley.Com, 2024. 400p.

Викладачі: д.т.н, доцент Едуард МАНЗЮК

Пояснювальна записка

Дисципліна «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» є обов'язковою дисципліною професійної підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Курс є базовим для вивчення більшості спеціальних дисциплін пов'язаних з розробкою розподілених високопродуктивних інформаційно-обчислювальних систем.

Пререквізити – англійська мова за професійним спрямуванням.

Кореквізити – моделі та методи інтелектуального аналізу текстової інформації та машинного навчання, моделі та методи інтелектуального аналізу текстової інформації та машинного навчання.

Відповідно до Стандарту вищої освіти із зазначеної спеціальності та освітньої програми дисципліна має забезпечити:

– **компетентності:**

ФК01. Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук.

ФК02. Здатність формалізувати предметну область певного проєкту у вигляді відповідної інформаційної моделі.

ФК03. Здатність використовувати математичні методи для аналіз формалізованих моделей предметної області.

ФК04. Здатність збирати і аналізувати дані (включно з великими), для забезпечення якості прийняття проєктних рішень.

ФК05. Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.

ФК06. Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук.

ФК07. Здатність розробляти програмне забезпечення відповідно до сформульованих вимог з урахуванням наявних ресурсів та обмежень.

ФК08. Здатність розробляти і реалізовувати проєкти зі створення програмного забезпечення, у тому числі в непередбачуваних умовах, за нечітких вимог та необхідності застосовувати нові стратегічні підходи, використовувати програмні інструменти для організації командної роботи над проєктом.

ФК09. Здатність розробляти та адмініструвати бази даних та знань.

– **програмні результати навчання:**

ПРН02. Мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур.

ПРН04. Управляти робочими процесами у сфері інформаційних технологій, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.

ПРН06. Розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи.

ПРН07. Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей.

ПРН08. Розробляти математичні моделі та методи аналізу даних (включно з великим).

ПРН09. Розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення для аналізу даних (включно з великими).

ПРН10. Проєктувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення

ПРН11. Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування

ПРН12. Проєктувати та супроводжувати бази даних та знань.

ПРН18. Збирати, формалізувати, систематизувати і аналізувати потреби та вимоги до інформаційної або комп'ютерної системи, що розробляється, експлуатується чи супроводжується

Мета викладання дисципліни.

Метою дисципліни є вивчення теоретичних основ і практичних методів проектування розподілених систем для забезпечення надійного, безпечного та ефективного використання обчислювальних ресурсів у складних середовищах. Особлива увага приділяється принципам побудови масштабованих архітектур, методам узгодження даних та забезпеченню відмовостійкості, що дозволяє підвищити швидкодію і стійкість інформаційних систем у різних сферах застосування.

Предмет дисципліни.

Методи, моделі, технології та програмні засоби проектування та розробки із застосуванням розподілених обчислень.

Завдання дисципліни.

- вивчення основних архітектур розподілених систем, включаючи багаторівневі, сервісно-орієнтовані, пірингові та гібридні архітектури;
- освоєння принципів функціонування проміжного програмного забезпечення та методів забезпечення прозорої комунікації між компонентами;
- опанування методів координації, зокрема синхронізації процесів та використання логічних годинників для узгодження операцій;
- розробка та застосування алгоритмів відмовостійкості, таких як консенсусні алгоритми Paxos і Raft, для забезпечення надійної роботи систем;
- вивчення методів реплікації даних та їх узгодження для підвищення масштабованості та швидкодії розподілених систем;
- забезпечення безпеки та довіри у розподілених системах, включаючи аутентифікацію, авторизацію та моніторинг для захисту даних і ресурсів;
- набуття навичок у проектуванні розподілених систем з використанням сучасних підходів;
- аналіз і оптимізація швидкодії розподілених систем з урахуванням вимог масштабованості та надійності.

Структура залікових кредитів дисципліни

Назва теми	Кількість годин, відведених на:		
	Лекції	Лаб. роботи	СРС
Тема 1. Вступ в розподілені системи. Основні концепції та відмінності між мережевими, розподіленими та децентралізованими системами. Ключові цілі проектування, включаючи спільне використання ресурсів, прозорість, безпеку та масштабованість.	4	2	8
Тема 2. Архітектури розподілених систем. Різні архітектурні підходи від простих клієнт-серверних до складних багаторівневих та сервісно-орієнтованих архітектур. Включає хмарні обчислення та блокчейн-архітектури.	4	2	8
Тема 3. Процеси та віртуалізація. Управління процесами та потоками в розподілених системах. Принципи віртуалізації та контейнеризації, їх застосування для ефективного використання ресурсів.	4	2	8
Тема 4. Комунікація в розподілених системах. Основні механізми взаємодії між компонентами, включаючи RPC та обмін повідомленнями. Багатоадресна комунікація та протоколи передачі даних.	4	2	7

Тема 5. Координація та синхронізація. Методи синхронізації годинників та координації дій в розподілених системах. Алгоритми взаємного виключення та вибору лідера.	4	2	7
Тема 6. Іменування та адресація. Системи іменування та адресації в розподілених системах. Включає пласке, структуроване та атрибутне іменування.	4	2	7
Тема 7. Узгодженість та реплікація. Механізми забезпечення узгодженості даних та управління репліками. Різні моделі узгодженості та протоколи їх реалізації.	4	2	7
Тема 8. Відмовостійкість. Методи забезпечення надійності та стійкості системи при відмовах. Включає консенсус, відновлення та розподілене підтвердження.	4	2	7
Тема 9. Безпека розподілених систем. Основні механізми забезпечення безпеки, включаючи криптографію, аутентифікацію та авторизацію. Питання довіри та моніторингу безпеки.	4	2	7
Разом:	36	18	66

Програма навчальної дисципліни

Зміст лекційного курсу *

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1-2	<p>Вступ в розподілені системи. Від мережевих систем до розподілених систем. Розподілені та децентралізовані системи. Важливість розрізнення. Вивчення розподілених систем.</p> <p>Цілі проектування. Спільне використання ресурсів. Прозорість розподілу. Відкритість. Надійність. Безпека. Масштабованість.</p> <p>Проста класифікація розподілених систем. Високопродуктивні розподілені обчислення. Розподілені інформаційні системи. Всепроникні системи. Підводні камені.</p> <p>Літ.: [1] с. 1-53; [2] с. 1-27</p>	4
3-4	<p>Архітектури. Архітектурні стилі. Багаторівневі архітектури. Сервісно-орієнтовані архітектури. Архітектури публікації-підписки.</p> <p>Проміжне програмне забезпечення та розподілені системи. Організація проміжного програмного забезпечення. Модифіковане проміжне програмне забезпечення. Багаторівневі системні архітектури. Проста архітектура клієнт-сервер. Багаторівневі архітектури.</p> <p>Приклади систем. Мережева файлова система. Веб. Симетрично розподілені системні архітектури. Структуровані пірингові системи. Неструктуровані пірингові системи. Ієрархічно організовані пірингові мережі. BitTorrent як приклад.</p> <p>Гібридні системні архітектури. Хмарні обчислення. Архітектура периферійних обчислень. Архітектури блокчейн.</p> <p>Літ.: [1] с. 53-111 [2] с. 51-83</p>	4
5-6	<p>Процеси. Потoki виконання. Вступ до потоків. Потoki в розподілених системах.</p> <p>Віртуалізація. Принцип віртуалізації. Контейнери. Порівняння віртуальних машин та контейнерів. Застосування віртуальних машин у розподілених системах.</p> <p>Клієнти. Мережеві інтерфейси користувача. Віртуальне середовище робочого столу. Клієнтське програмне забезпечення для прозорості розподілу.</p> <p>Сервери. Загальні питання проектування. Об'єктні сервери. Приклад: Веб-</p>	4

	сервер Apache. Серверні кластери. Міграція коду. Причини міграції коду. Моделі міграції коду. Міграція в гетерогенних системах. Літ.: [1] с. 111-181; [3] с. 13-63	
7-8	Комунікація. Основи. Багаторівневі протоколи. Типи комунікації. Віддалений виклик процедур. Базова операція RPC. Передача параметрів. Підтримка RPC-додатків. Варіації RPC. Комунікація, орієнтована на повідомлення. Простий обмін повідомленнями через сокети. Розширений обмін повідомленнями. Постійна комунікація на основі повідомлень. Приклад: Розширений протокол черг повідомлень (AMQP – Advanced Message Queuing Protocol). Багатоадресна комунікація. Багатоадресна передача на рівні додатків на основі дерева. Багатоадресна передача на основі затоплення. Розповсюдження даних на основі пліток. Літ.: [1] с. 181-247; [2] с. 125-165	4
9-10	Координація. Синхронізація годинників. Фізичні годинники. Алгоритми синхронізації годинників. Логічні годинники. Логічні годинники Лампорта. Векторні годинники. Взаємне виключення. Огляд. Централізований алгоритм. Розподілений алгоритм. Алгоритм кільця маркерів. Децентралізований алгоритм. Приклад: Просте блокування з ZooKeeper. Алгоритми виборів. Алгоритм хулігана. Кільцевий алгоритм. Приклад: Вибори лідера в ZooKeeper. Приклад: Вибори лідера в Raft. Вибори в масштабних системах. Вибори в бездротових середовищах. Координація на основі пліток. Агрегація. Сервіс вибірки пірів. Побудова оверлея на основі пліток. Безпечний обмін плітками. Розподілене зіставлення подій. Централізовані реалізації. Безпечні рішення публікації-підписки. Системи визначення місцезнаходження GPS: Глобальна система позиціонування. Коли GPS не є варіантом. Логічне позиціонування вузлів. Літ.: [1] с. 247-325; [3] с. 85-93	4
11-12	Іменування. Імена, ідентифікатори та адреси. Пласке іменування. Прості рішення. Підходи на основі домашньої локації. Розподілені хеш-таблиці. Ієрархічні підходи. Безпечне пласке іменування. Структуроване іменування. Простори імен. Розв'язання імен. Реалізація простору імен. Приклад: Система доменних імен. Приклад: Мережева файлова система. Іменування на основі атрибутів. Служби каталогів. Ієрархічні реалізації: LDAP. Децентралізовані реалізації. Мережа іменованих даних. Основи. Маршрутизація. Безпека в мережі іменованих даних. Літ.: [1] с. 325-391; [2] с. 83-125	4
13-14	Узгодженість та реплікація. Причини реплікації. Реплікація як метод масштабування. Моделі узгодженості орієнтовані на дані. Узгоджене впорядкування операцій. Остаточна узгодженість. Безперервна узгодженість. Моделі узгодженості орієнтовані на клієнта. Монотонне читання. Монотонний запис. Читання власних записів. Записи слідує за читаннями. Приклад: Узгодженість орієнтована на клієнта в ZooKeeper. Управління репліками. Пошук найкращого розташування сервера. Реплікація та розміщення контенту. Розповсюдження контенту. Управління реплікованими об'єктами.	4

	<p>Протоколи узгодженості. Послідовна узгодженість: Протоколи на основі первинної копії. Послідовна узгодженість: Протоколи реплікованого запису. Протоколи узгодженості кешу. Реалізація безперервної узгодженості. Реалізація узгодженості орієнтованої на клієнта. Приклад: Кешування та реплікація в Веб.</p> <p>Літ.: [1] с. 391-461; [3] с. 273-317</p>	
15-16	<p>Відмовостійкість. Вступ до відмовостійкості. Базові концепції. Моделі відмов. Маскування відмов через надлишковість.</p> <p>Стойкість процесів. Стойкість через групи процесів. Маскування відмов та реплікація. Консенсус в системах з відмовами збою. Приклад: Raft. Консенсус в системах з довільними відмовами. Консенсус в системах блокчейн. Деякі обмеження реалізації відмовостійкості. Виявлення відмов.</p> <p>Надійна комунікація клієнт-сервер. Комунікація точка-точка. Семантика RPC при наявності відмов.</p> <p>Надійна групова комунікація. Масштабованість в надійній багатоадресній передачі. Атомарна багатоадресна передача.</p> <p>Розподілене підтвердження та відновлення. Розподілене підтвердження.</p> <p>Вступ до відновлення. Контрольні точки. Журналювання повідомлень.</p> <p>Літ.: [1] с. 461-545 [3] с. 117-133</p>	4
17-18	<p>Безпека. Вступ до безпеки. Загрози безпеці, політики та механізми. Питання проектування.</p> <p>Криптографія. Основи. Симетричні та асиметричні криптосистеми. Хеш-функції. Управління ключами.</p> <p>Аутентифікація. Вступ до аутентифікації. Протоколи аутентифікації.</p> <p>Довіра в розподілених системах. Довіра при наявності візантійських відмов. Довіра до ідентичності. Довіра до системи.</p> <p>Авторизація. Загальні питання контролю доступу. Контроль доступу на основі атрибутів. Делегування. Приклад децентралізованої авторизації.</p> <p>Моніторинг. Брандмауери. Основи виявлення вторгнень. Спільне виявлення вторгнень.</p> <p>Літ.: [1] с. 545-613; [2] с. 193-211</p>	4
Разом		36

Зміст лабораторних (практичних, семінарських) занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Годин
1	Дослідження розподілених та децентралізованих систем Літ.: [1] с. 1-53	2
2	Проектування та реалізація розподіленої системи з різними архітектурними стилями Літ.: [1] с. 53-111	2
3	Процеси та потоки у розподілених системах Літ.: [1] с. 111-181	2
4	Комунікації в розподілених системах Літ.: [1] с. 181-247	2
5	Координація в розподілених системах Літ.: [1] с. 247-325	2
6	Іменування в розподілених системах Літ.: [1] с. 325-391	2
7	Узгодженість та реплікація в розподілених системах Літ.: [1] с. 391-461	2
8	Відмовостійкість в розподілених системах	4

	Літ.: [1] с. 461-545	
		Разом 18

Зарахування результатів неформальної освіти

Окремі результати вивчення курсу можуть бути зараховані у випадку отримання студентом результатів навчання у неформальній освіті, що підтверджені відповідним документом (сертифікат, свідоцтво, освітня програма тощо):

Лабораторні роботи 1-4 зараховують при проходженні курсу

DelftX: Modern Distributed Systems – <https://www.edx.org/learn/computer-science/delft-university-of-technology-modern-distributed-systems>

Лабораторні роботи 5-6 зараховують при проходженні курсу

Distributed Systems & Cloud Computing with Java – <https://www.udemy.com/course/distributed-systems-cloud-computing-with-java/>

Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи

Самостійна робота студентів денної форми навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, виконанні індивідуальних завдань тощо. Керівництво самостійною роботою здійснює викладач згідно з розкладом консультацій у позаурочний час.

Зміст самостійної роботи

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1–2	Вивчення матеріалу з лекцій, підготовка до проведення лабораторної роботи та її захисту, а також виконання індивідуального завдання. Оформлення звіту з індивідуального завдання Літ.: [1] с. 1-53	9
3-4	Вивчення матеріалу з лекцій, підготовка до проведення лабораторної роботи та її захисту, а також виконання індивідуального завдання. Оформлення звіту з індивідуального завдання Літ.: [1] с. 53-111	9
5-6	Вивчення матеріалу з лекцій, підготовка до проведення лабораторної роботи та її захисту, а також виконання індивідуального завдання. Оформлення звіту з індивідуального завдання Літ.: [1] с. 111-181	8
7-8	Вивчення матеріалу з лекцій, підготовка до проведення лабораторної роботи та її захисту, а також виконання індивідуального завдання. Оформлення звіту з індивідуального завдання Літ.: [1] с. 181-247	8
9-10	Вивчення матеріалу з лекцій, підготовка до проведення лабораторної роботи та її захисту, а також виконання індивідуального завдання. Оформлення звіту з індивідуального завдання Літ.: [1] с. 247-325	8
11-12	Вивчення матеріалу з лекцій, підготовка до проведення лабораторної роботи та її захисту, а також виконання індивідуального завдання. Оформлення звіту з індивідуального завдання Літ.: [1] с. 325-391	8
13-14	Вивчення матеріалу з лекцій, підготовка до проведення лабораторної роботи та її захисту, а також виконання індивідуального завдання. Оформлення звіту з індивідуального завдання Літ.: [1] с. 391-461	8

15-18	Вивчення матеріалу з лекцій, підготовка до підсумкового контрольного заходу. Літ.: [1] с. 461-613	8
		Разом 66

Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів. Зокрема, лекції проводяться в основному словесними методами, а лабораторні заняття проводяться з використанням інформаційних технологій і мають за мету – набуття студентами практичних навичок з проектування та розробки програмних систем захисту інформації. Необхідні інструменти, обладнання, програмне забезпечення: комп'ютер (надається для використання в лабораторіях кафедри комп'ютерних наук), Visual Studio (ліцензія ХНУ), текстовий редактор (пропонується використання безкоштовних онлайн-сервісів), також використовується програмне забезпечення, яке не потребує ліцензії за вибором студента.

Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочим планом дисципліни. Семестровий контроль проводиться у формі іспиту. При цьому при виведенні остаточної оцінки враховуються результати поточного контролю.

Для поточного контролю використовуються такі методи: усне опитування перед допуском до лабораторного заняття та захист лабораторних робіт, а також презентація й захист індивідуальних завдань.

Підсумкова семестрова оцінка враховує результати як поточного контролю, так і підсумкового контрольного заходу. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу, але не склав підсумковий контрольний захід, вважається невстигаючим.

Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання навчальних досягнень студентів

Оцінювання академічних досягнень студентів проводиться відповідно до "Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ". Кожен вид навчальної роботи оцінюється за інституційною чотирибальною шкалою та фіксується в електронному журналі успішності.

Поточний контроль здійснюється протягом семестру під час лабораторних занять та контрольних робіт згідно з графіком навчального процесу. Оцінювання теоретичних знань студента відбувається при захисті лабораторних робіт та написанні контрольних робіт.

Обов'язковою є присутність студента на всіх лабораторних заняттях. Відсутність допускається лише за умови попереднього захисту роботи або з поважних причин, таких як хвороба. Під час виконання завдань дозволяється використання інтернет-ресурсів для пошуку необхідної інформації.

На одному занятті студент може захистити одну лабораторну роботу. За бажання захистити другу роботу, необхідно повторно стати в чергу. Максимальна кількість захистів за одне заняття – дві роботи. Перескладання роботи можливе на наступному занятті.

Робоча програма дисципліни передбачає можливість перезарахування окремих лабораторних робіт на основі елементів неформальної освіти.

При виконанні лабораторних робіт студенти зобов'язані дотримуватися принципів академічної доброчесності. Використання чужих напрацювань (програмного коду, графічних матеріалів, фрагментів звітів) призведе до зниження оцінки або необхідності перескладання роботи.

До початку виконання лабораторної роботи студент повинен ознайомитися з темою, методикою виконання та теоретичними відомостями. Викладач проводить опитування для перевірки готовності студента до роботи.

Захист роботи передбачає подання звіту. При розробці програмного забезпечення звіт має містити програмний код, знімки екрану інтерфейсу з поясненнями.

Пропущені заняття необхідно відпрацювати не пізніше ніж за два тижні до завершення теоретичного навчання в семестрі.

Семестрова оцінка розраховується як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, які студент виконав на позитивну оцінку. Розрахунок здійснюється автоматично з урахуванням вагових коефіцієнтів, які варіюються залежно від структури дисципліни та значущості окремих видів робіт.

Підсумкова оцінка враховує результати поточного контролю та письмового підсумкового контрольного заходу з усього матеріалу дисципліни. Студент, який отримав позитивний середньозважений бал за поточну роботу, але не склав підсумковий контроль, вважається таким, що не виконав вимоги навчальної програми.

Оцінювання знань студентів здійснюється за такими критеріями:

Оцінка за інституційною шкалою	Узагальнений критерій
Відмінно	Студент глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає, логічний виклад відповіді державною мовою (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними інструментами. Студент не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре	Студент виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом і фаховою термінологією, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних завдань; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента будується на основі самостійного мислення. Студент у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно	Студент виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент має слабкі знання структури курсу, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно	Студент виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати теоретичні знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка "незадовільно" виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення дисципліни.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота								Семестровий контроль	
Лабораторні роботи №:								Підсумковий контрольний захід	
1	2	3	4	5	6	7	8	1	
ВК:								0,4	
0,6								0,4	

Умовні позначення: ВК – ваговий коефіцієнт.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інтервальна шкала балів	Вітчизняна оцінка	
A	4,75–5,00	5	<i>Відмінно</i> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25–4,74	4	<i>Добре</i> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4	<i>Добре</i> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3	<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3	<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	<i>Незадовільно</i> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2	<i>Незадовільно</i> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

Питання для самоконтролю

1. Які основні типи архітектур використовуються у розподілених системах?
2. У чому полягає різниця між централізованою та децентралізованою розподіленою системою?
3. Як працює концепція прозорості в розподілених системах, і чому вона є важливою?
4. Які види прозорості існують у розподілених системах, і які переваги вони забезпечують?
5. Що таке проміжне програмне забезпечення, і яку роль воно відіграє у розподілених системах?
6. Як працює протокол передачі повідомлень у розподілених системах?
7. Які основні принципи побудови синхронізації процесів у розподілених системах?
8. У чому полягає сутність логічних годинників, і як вони використовуються для узгодження подій?
9. Що таке відмовостійкість у розподілених системах, і як її досягти?
10. Як працює алгоритм консенсусу Paxos і в яких випадках його застосовують?
11. Які основні характеристики алгоритму Raft для досягнення консенсусу?
12. Які існують підходи до реплікації даних, і чим вони відрізняються?
13. Як забезпечується узгодженість даних у розподілених системах?
14. У чому полягає концепція CAP-теореми, і які обмеження вона накладає на розподілені системи?
15. Як розподілені системи забезпечують високий рівень безпеки та захисту даних?
16. Які методи аутентифікації та авторизації застосовуються у розподілених системах?
17. Які переваги та обмеження мають хмарні обчислення у розподілених системах?
18. У чому полягає концепція периферійних обчислень, і які завдання вони вирішують?
19. Як працюють блокчейн-системи, і яким чином вони забезпечують надійність даних?
20. Які основні вимоги до масштабованості розподілених систем, і як їх можна досягти?
21. У чому полягає проблема узгодження розподілених транзакцій?
22. Які підходи використовуються для забезпечення атомарності у розподілених системах?
23. Які основні методи моніторингу та діагностики проблем у розподілених системах?
24. Як виявляти та запобігати помилкам у розподілених системах?
25. У чому полягає різниця між горизонтальним та вертикальним масштабуванням розподілених систем?
26. Які принципи архітектури мікросервісів та їх роль у сучасних розподілених системах?

27. Як забезпечується узгодженість і надійність зберігання даних у хмарних сховищах?
28. Які особливості мають peer-to-peer мережі, і які задачі вони вирішують?
29. Як вимірюється продуктивність розподілених систем, і які метрики є ключовими?
30. Які методи використовуються для керування доступом до спільних ресурсів у розподілених системах?
31. У чому полягає принцип ідентифікації вузлів у розподілених системах, і які механізми його забезпечують?
32. Як реалізується обробка великих обсягів даних у розподілених системах?
33. Які методи забезпечують конфіденційність передачі даних між вузлами в мережі?
34. У чому полягає концепція "безсерверних" обчислень, і як вони інтегруються у розподілені системи?

Рекомендована література

Основна

1. Van Steen, Maarten, and Andrew S. Tanenbaum. Distributed systems. Leiden, The Netherlands: Maarten van Steen, 2024. 685p.
2. Sunyaev, Ali . "Introduction to Internet Computing." Internet Computing: Principles of Distributed Systems and Emerging Internet-Based Technologies, 2024. 405p.
3. Joshi, Unmesh. Patterns of distributed systems. Addison-Wesley Professional, 2023. 456p.

Додаткова

4. Perry, Michael L. The Art of Immutable Architecture: Theory and Practice of Data Management in Distributed Systems. Second Edition. New York, NY, USA:: Apress, 2024. 497p.
5. Sandhya Avasthi, Suman Lata Tripathi, Namrata Dhanda, Satya Bhushan Verma, Decentralized systems and distributed computing. Wiley.Com, 2024. 400p.

Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
2. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/page_lib.php.
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>.