

# РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ ТА ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

## ОПИС КУРСУ

Навчальна дисципліна «Розподілені обчислення та хмарні технології» є обов'язковою освітньою компонентою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти за спеціальністю «Комп'ютерні науки».

Курс є актуальним, оскільки формує фундаментальні знання та практичні навички роботи з паралельними, розподіленими й хмарними технологіями, що лежать в основі сучасних ІТ-систем. Його призначення полягає у підготовці студентів до вирішення професійних задач, підвищення конкурентоспроможності на ринку праці та створення бази для подальшого вивчення високотехнологічних дисциплін.

Дисципліна розглядає теоретичні основи, алгоритми та практичні інструменти для побудови та оптимізації розподілених систем, організації паралельних обчислень, використання сучасних технологій (MPI, OpenMP, хмари), забезпечення узгодженості, відмовостійкості та безпеки.

Ключовою особливістю курсу є орієнтація на сучасні технології, адже він охоплює актуальні інструменти - від паралельних бібліотек до хмарних сервісів (Azure, Google App Engine, Hadoop), що забезпечує відповідність знань і навичок вимогам ринку праці.

## ВИМОГИ

- наявність базових знань з операційних систем, системного аналізу та об'єктно-орієнтованого програмування;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та паролю в Moodle (для отримання або поновлення слід звернутися до куратора групи).

Освітній рівень

Бакалавр

Кількість кредитів

4,0

Назва кафедри, яка пропонує дисципліну

Цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень

**КОСТИКОВ Олександр**

[oleksandr.kostikov@mipolytech.education](mailto:oleksandr.kostikov@mipolytech.education)  
кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
фахівець в сфері розробки програмного забезпечення та розподілених і хмарних обчислень



## ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення;
- розуміти структуру, призначення та переваги розподілених систем, принципи синхронізації фізичних годинників (NTP) та логічного часу (скалярного, векторного), алгоритми взаємного виключення (Лампорта, Рікарта-Агравали, Сузукі-Касамі), постановку задачі консенсусу та узгодження в різних типах систем, модель MPI-додатка, типи комунікацій та структуру комунікаторів, особливості OpenMP та принципи розпаралелювання коду;
- застосовувати примітиви зв'язку для побудови моделей передачі повідомлень та спільної пам'яті, парадигми впорядкування повідомлень у асинхронних і синхронних системах. алгоритми виявлення дедлоків у різних моделях, функції передачі повідомлень (точка-точка, колективні) та типи даних MPI, директиви OpenMP для розподілу навантаження між потоками;
- використовувати інструменти віртуалізації для управління ресурсами (процесор, пам'ять, пристрої вводу-виводу), хмарні платформи для розгортання сервісів та зберігання даних, стандарти безпеки для забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності даних.

## ТЕМАТИКА

Вступ до розподілених та паралельних обчислень. Моделі та класифікація паралельних і розподілених систем. Синхронне та асинхронне виконання в розподілених системах. Логічний і фізичний час у розподілених обчисленнях. Скалярні та векторні годинники, впорядкування подій і повідомлень. Глобальний стан і групова комунікація в розподілених системах. Розподілені алгоритми взаємного виключення. Проблеми дедлоків та алгоритми їх виявлення. Алгоритми консенсусу та узгодження в розподілених системах. Контрольні точки та відновлення після збоїв. Основи технології MPI та модель паралельного програмування. Передавання повідомлень і колективні комунікації в MPI. Топології процесів і організація обчислень у MPI. Паралельне програмування з використанням OpenMP. Розпаралелювання обчислень і управління потоками. Паралельні чисельні алгоритми та методи розподілу даних. Реалізація паралельних програм засобами MPI та OpenMP. Вступ до хмарних обчислень і їх основні характеристики. Віртуалізація та сервіс-орієнтована архітектура. Моделі надання хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS. Архітектура хмарних систем і хмарні сховища даних. Управління ресурсами та забезпечення безпеки в хмарі. Сучасні платформи хмарних обчислень і тенденції розвитку галузі.

## ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСУ, ФОРМИ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

- Освітній процес будується як комбінація лекцій та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle – з одного боку, та проблемно орієнтованих практичних занять з відпрацювання аналітично-розрахункових навичок і навичок програмування – з іншого.
- Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим; від студентів очікується ознайомлення з матеріалом перед лекцією, що дозволить побудувати лекційне заняття у вигляді сполучення пояснень викладача та обговорення проблемних питань, які виникли при підготовці до лекції.
- Практичні заняття передбачають аналіз умовно змодельованих ситуацій, синтетичних наборів даних і наборів даних, наданих у вільний доступ, розв'язання задач аналізу, витягу моделей з даних і задач автоматизації інтелектуальної діяльності різних рівнів, розбір реальних кейсів за матеріалами відкритого доступу; їх відвідування є бажаним.

- Від студента потребується виконати індивідуальні завдання та модульні контрольні роботи у терміни, встановлені у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання».
- З урахуванням поточної ситуації від учасників освітнього процесу очікується виконання вимог безпеки при сигналі «Повітряна тривога», санкції за залишення заняття або неявку на заняття не застосовуються.
- Опціонально доступні індивідуальні та групові консультації. З викладачем можна зв'язатися через електронну пошту, в чаті або в персональній розмові в MS Teams.

## ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

### Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Всього	
Види контр. точок																				
Робота на практичних заняттях				10			10						10			10				40
Складання індивідуальних завдань								15										15		30
Модульні контрольні роботи									15										15	30
Всього					50									50						100

### Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Робота на практичних заняттях	<p>Оцінка за роботу на практичному (семінарському) занятті оголошується наприкінці заняття і може бути оскаржена одразу ж.</p> <p>Мах 10 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал демонструє володіння термінологічним апаратом, математичним та алгоритмічним забезпеченням, гнучко модифікує алгоритми та програмні рішення відповідно до змін вимог, у тому числі через уточнювальні запитання / зміг стисло формалізувати вербально сутність розв'язуваної задачі, визначити ключові складові виконання практичної роботи, критерії якості застосованого алгоритму або програмної реалізації (7 балів);</li> <li>– оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (3 бали)</li> </ul>
Виконання та захист індивідуального завдання	<p>Підготовлене есе у вигляді файлу *.docx, або *.pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle і перевіряється протягом тижня після завершення терміну подачі. Оскарження оцінки може бути здійснене на останньому практичному занятті модуля.</p> <p>Мах 15 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент правильно сформулювання умову та описав ситуацію, про яку йде мова в завданні(3 бали):</li> <li>– правильно побудував послідовність подій для процесів(4 бали);</li> <li>– зробив чіткі пояснення щодо роботи алгоритму (мітки часу, черга запитів, підтвердження) (4 бали)</li> <li>– зробив висновок про коректність алгоритму (2 бали);</li> <li>– логічно та структуровано оформив звіт з індивідуального завдання(2 бали).</li> </ul> <p>Мах 15 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– студент правильно реалізував приклади на використання опцій OpenMP та надав результати їх роботи (4 бали);</li> </ul>
ІНЗ1. Розв'язання задач на використання алгоритму взаємного виключення Лампорта.	
ІНЗ2.	

Створення паралельних алгоритмів з використанням технології OpenMP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно розв'язав задачу на використання опції REDUCTION у програмі та надав результати її роботи(4 бали)</li> <li>- зробив стислий аналіз впливу chunk на продуктивність/балансування(3 бали)</li> <li>- правильно описав механізм поширення локальної змінної між потоками(2 бали)</li> <li>- логічно та структуровано оформив звіт з індивідуального завдання(2 бали).</li> </ul>
Модульні контрольні роботи	<p>МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі за 1 година 20 хв. В разі неявки або неможливості виконання МКР з поважних причин на таке заняття допускається відкриття виконання МКР за погодженням з викладачем в інший час асинхронно. Кількість спроб не обмежується, однак обмеження по часу виконання МКР залишається. Кожна модульна контрольна робота включає блок тестових завдань та задач з матеріалу модуля (max 15 балів). Тестові завдання являють собою тести множинного вибору з однією вірною відповіддю. Задачі передбачають обґрунтування порядку розв'язання проблем, виконання розрахунків. Тести оцінюються за співпадінням з правильною відповіддю. При розв'язанні задач оцінюється логіка і обґрунтованість розв'язання, правильність запропонованого алгоритму та програмної реалізації.</p>

#### Додаткові зауваження:

- студент може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)) та Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій ([Академічні політики : Polytechnic \(metinvest.university\)](#))
- оцінки, отримані за роботу на практичних заняттях не можуть бути відпрацьовані або покращені, окрім процедури оскарження, оцінки за інші види поточного контролю можуть бути покращені за індивідуальною домовленістю з викладачем;
- викладач не має права знижувати оцінку за індивідуальне завдання або модульну контрольну роботу, якщо вони не були складені вчасно, однак в разі, якщо така робота була оцінена пізніше, ніж момент завершення теоретичного навчання у семестрі, то відповідна оцінка не враховується у рейтингу здобувачів освіти.

#### Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

Форма підсумкового контролю	Письмовий екзамен за матеріалом курсу
Умови допуску до підсумкового контролю	Сума оцінок за поточний контроль за семестр становить не менше 35 балів; якщо здобувачі освіти в результаті самооцінки академічного прогресу не впевнені, що набравши 35 балів за поточну успішність, складуть іспит на 85 балів і вище, то вони мають підвищити власні результати поточного контролю до прийняттого рівня
Порядок визначення підсумкової оцінки	<p>Для варіанту екзамену:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- підсумкова оцінка (ПО) визначається як середнє арифметичне поточної успішності з навчальної дисципліни (О) та оцінки, отриманої під час іспиту (І). В разі, якщо оцінка, отримана на іспиті, менше 60 балів, підсумкова оцінка дорівнює оцінці іспиту:</li> </ul> $\begin{cases} \text{ПО} = \frac{0 + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$
Порядок проходження екзамену	<p>Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період; до складу завдань екзамену (100 балів) входять 3 теоретичні питання(по 15 балів кожне) за матеріалом курсу та 3 задачі, які передбачають моделювання роботи базових алгоритмів і механізмів паралельних та розподілених систем, включаючи синхронізацію часу, узгодження подій та реалізацію програмних рішень із використанням технології OpenMP (одна задача оцінюється в 15 балів, інші дві по 20 балів кожне). Екзамен оцінює ступінь володіння термінологією та засадами дисципліни, розуміння теоретичних підходів до розв'язання задач синхронізації часу в розподілених системах, взаємного виключення та узгодження доступу до ресурсів, організації паралельних обчислень, навичок програмування та моделювання процесів у паралельних і розподілених системах, інших завдань за проблематикою всього курсу. На складання екзамену надається 3 спроби. Порядок оскарження екзаменаційної оцінки визначений у розділі 10 Положення про організацію освітнього процесу (<a href="#">Нормативні документи : Polytechnic (metinvest.university)</a>))</p>

Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки наведена в таблиці

Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
90-100	A	Студент демонструє видатний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни, що засвідчують його безумовну готовність до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Відмінно	Залік
82-89	B	Студент виявляє вищий за середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні незначні помилки	Добре	
75-81	C	Студент виявляє середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні деякі значущі помилки		
67-74	D	Студент виявляє задовільний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях наявні суттєві помилки	Задовільно	
60-66	E	Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати вивчення навчальної дисципліни		
35-59	FX	Низка запланованих результатів навчання не досягнуті. Рівень наявних результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Незадовільно	Незалік
0-34	F	Результати навчання відсутні або критично низькі		

## ОСОБЛИВІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

– В разі, якщо здобувач освіти засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх кваліфікаційних рівнях або інших дисциплінах, то кредити та оцінка з даної дисципліни може бути перезарахована в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)). Консультацію з даного питання можна отримати у викладача, куратора або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну;

– В разі, якщо здобувач освіти обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не перезараховуються;

– В разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з проблематики штучного інтелекту та інтелектуального аналізу даних (наприклад, Coursera, Udemu або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих вебресурсів або проконсультуватися з викладачем на предмет релевантності самостійно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни; 2) в разі успішності опанування такого курсу, яке підтверджується сертифікатом або іншим способом, такому здобувачу у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;

– В разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю; консультацію з питань визнання результатів неформальної та інформальної освіти можна отримати в уповноваженої особи від кафедри, яка

викладає дисципліну; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам : Polytechnic \(metinvest.university\)](https://metinvest.university).

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Хмарні технології : навчальний посібник / О. В. Зінченко та ін. Київ : ФОРМ Гуляєва В. М., 2020. 74 с.
2. Ількевич Н. С. Хмарні технології в освіті : навчально-методичний посібник для студентів фізико-математичного факультету. Житомир : Вид-во ЖДУ, 2021. 88 с.
3. Van Steen M., Tanenbaum A. S. Distributed systems. 4th edition. Pearson Prentice Hall, 2023. 686 p.
4. Розподілені обчислення і хмарні технології : методичні рекомендації до виконання індивідуальних завдань (для студентів комп'ютерних спеціальностей першого (бакалаврського) рівня вищої освіти) / уклад.: О. А. Костіков, П. І. Сагайда. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА». 2025. 35 с. URL : <https://dspace.mipolytech.education/handle/mip/2151>

## АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

Як член спільноти Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» Ви маєте дотримуватися певних стандартів та академічної політики:

– **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагіату; фабрикації; фальсифікації; списування обману; хабарництва; необ'єктивного оцінювання; надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання – прямо заборонено (докладніше про це – у Положенні про академічну доброчесність здобувачів вищої освіти та науково-педагогічних працівників ТОВ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»); і в разі виявлення – **відповідний захід контролю (контрольну точку) буде оцінено в 0 балів за з наступним повідомленням декану факультету та голові комісії з академічної доброчесності Університету.**

– В разі випадку надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання студент може оскаржити процедури оцінювання за процедурами, передбаченими Положенням про організацію освітнього процесу (розділ 10).

– Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані лише тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс і для цілей, пов'язаних з цим курсом і не можуть поширюватися.

– Спілкування з однокурсниками та викладачем має бути професійним та ввічливим.

– Очікується, що Ви перевірятимете всі Ваші письмові повідомлення, включаючи поштові повідомлення та повідомлення у MS Teams на коректність змісту та мови.

– Використання ШІ не заборонене, разом з тим, воно має здійснюватися відповідально і з урахуванням «живих» політик щодо використання ШІ в Університеті: студент відповідає за повноту, вірогідність інформації, яка була згенерована/знайдена з використанням великих мовних моделей, здатний ідентифікувати у відповіді, яка частина інформації отримана з використанням технологій ШІ, а що є його власним здобутком/позицією.

– Університет прагне підтримувати середовище, вільне від дискримінації або дискримінаційних домагань, спрямованих на будь-яку людину або групу в межах своєї спільноти - здобувачів освіти, співробітників або відвідувачів.

Докладніше про академічні політики стосовно етичності поведінки, академічної доброчесності та протидію булінгу можна дізнатися за посиланням: [Академічні політики - Polytechnic \(metinvest.university\)](https://metinvest.university)

