

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК, ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ТА ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ
(повна назва кафедри)



ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи
Р. Б. Папірник

« 01 »

2020 року

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Технології розподілених систем та паралельних обчислень»
(назва навчальної дисципліни)

спеціальність _____ 122 «Комп'ютерні науки»
(шифр і назва спеціальності)
освітньо-професійна програма _____ «Комп'ютерні науки»
(назва освітньої програми)
освітній ступінь _____ бакалавр
(назва освітнього ступеня)
форма навчання _____ денна
(денна, заочна, вечірня)
розробник _____ Шибко Оксана Миколаївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» належить до переліку варіативних навчальних дисциплін, забезпечує професійний розвиток бакалавра та спрямована на формування в майбутнього фахівця основних понять. Сучасні потужні інформаційні системи широко застосовують методи паралельних та розподілених обчислень. Це відноситься як до систем в архітектурі «клієнт-сервер», так і до складних багатоланцюгових або однорангових систем. Сучасні апаратні засоби, зокрема процесори загального призначення, та особливо графічні, також виконані в архітектурі багатоядерності, що ставить відповідні вимоги щодо паралелізму обчислень і до клієнтських застосунків. Сучасний програміст повинен вміти ефективно використовувати потужні обчислювальні системи із симетричною та масовою паралельністю, обчислювальні ферми та кластери, неоднорідні локальні мережі тощо.

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семестр	
			VII	VIII
Всього годин за навчальним планом, з них:	255	8,5	105	150
Аудиторні заняття, у т.ч:	118	4	44	74
лекції	60		30	30
лабораторні роботи	28		14	14
практичні заняття	30			30
Самостійна робота, у т.ч:	137	3,5	61	76
підготовка до аудиторних занять	31		11	20
підготовка до контрольних заходів	30		10	20
виконання курсової роботи	15			15
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	31		10	21
підготовка до екзамену	30		30	-
Форма підсумкового контролю			екзамен	залік

3. СТИСЛИЙ ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни. Метою викладання навчальної дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» є вивчення студентами принципів побудови паралельних та розподілених програмних додатків для різноманітних комп'ютерних систем, а також придбання практичних навичок щодо створення, тестування та експлуатації паралельного програмного продукту з використанням сучасних пакетів та стандартів паралельного програмування.

Завдання дисципліни. Основними завданнями вивчення дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» ознайомлення студентів з основними парадигмами паралельного програмування; вивчення стандартів паралельного програмування (таких як MPI та OpenMP) та їх реалізацій; придбання практичних навичок використання пакетів паралельного програмування.

Пререквізити дисципліни. Успішне опанування курсу «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» передбачає знання та навички з курсів «Теорія систем та системний аналіз», «Бази даних».

Постреквізити дисципліни. Вивчення дисципліни забезпечує склад апаратних засобів та програмного забезпечення обчислювальних систем з елементами паралельної та розподіленої обробки, основні методи, алгоритми і засоби паралельної та розподіленої обробки інформації, методи і технології паралельного програмування MPI, чисельні методи для паралельних структур

Компетентності:

- ІК Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп'ютерних наук, інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов ;

ЗК-1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК-9. Здатність працювати в команді.

ЗК-13. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Спеціальні компетентності

- СК-1 здатність до математичного та логічного мислення, формулювання та досліджування математичних моделей, зокрема дискретних математичних моделей, обґрунтування

вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач в галузі комп'ютерних наук, інтерпретування отриманих результатів;

- СК-7 здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання, реалізовувати алгоритми моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити експерименти за програмою моделювання з обробкою й аналізом результатів.

СК-16 Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці та експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації

Заплановані результати навчання:

- РН1 здобувати систематичні знання в галузі комп'ютерних наук, аналізувати проблеми з точки зору сучасних наукових парадигм, осмислювати і робити обґрунтовані висновки з наукової і навчальної літератури та результатів експериментів;
- РН10 аналізувати проблемні ситуації, ставити собі певні цілі щодо розв'язання професійних задач і свідомо добиватися їх реалізації, вибирати шлях для майбутніх дій, визначати засоби, потрібні для досягнення мети, приймати рішення;
- РН-13. Розв'язувати типові задачі з використанням основних теорем теорії ймовірностей; будувати закони розподілу випадкових величин і обчислювати їх числові характеристики; будувати моделі випадкових процесів та здійснювати їх аналіз; застосовувати ймовірнісно-статистичні методи для оцінки стохастичних процесів; використовувати сучасні середовища для розв'язування задач статистичної обробки експериментальних даних;
- РН-15 використовувати математичні пакети та розробляти програми реалізації чисельних методів, обґрунтовано вибирати чисельні методи при розв'язанні інженерних задач в процесі проектування та моделювання інформаційних і програмних систем і технологій, оцінювати ефективність чисельних методів, зокрема збіжність, стійкість та трудомісткість реалізації;
- РН-19. Визначати складові структурної та параметричної ідентифікації моделей реальних систем, застосовувати методи моделювання складних об'єктів і систем з використанням відповідне програмне забезпечення, оцінювати ступінь повноти, адекватності, істинності та реалізуємості моделей реальних систем;
- РН23 використовувати технології OLAP, DataMining, TextMining, WebMining в процесі інтелектуального багатовимірного аналізу даних; розв'язувати професійні задачі з використанням методів класифікації, прогнозування, кластерного аналізу, пошуку асоціативних правил;
- РН-28 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.

Методи навчання – практичний, наочний, словесний, робота з книгою. Практичних навичок студенти набувають на аудиторних лекційних та практичних заняттях.

Форми навчання – аудиторна, позааудиторна, індивідуальна.

4. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
VII семестр					
Змістовий модуль 1. Принципи побудови паралельних обчислювальних систем					
1.Паралельні та розподілені обчислювальні системи	11	2	–	4	5
2.Архітектура та класифікація паралельних обчислювальних систем	7	2	–	–	5
3.Продуктивність обчислювальної системи. Методи оцінки продуктивності паралельних					

алгоритмів і систем	15	4	–	4	7
4.Комунікаційна трудомісткість паралельних обчислень	6	2	–	–	4
Разом за змістовим модулем 1	39	10	–	8	21
Змістовий модуль 2. Моделювання та аналіз паралельних обчислень					
5.Паралельна обробка даних. Синхронізація і комунікації процесів	12	4		2	6
6.Моделі паралельних обчислень	8	2	–	2	4
7.Розробка паралельного алгоритму	8	2	–	2	4
8.Організація паралельних обчислень для систем з розподіленою пам'яттю	9	2			7
Разом за змістовим модулем 2	37	10	–	6	21
Змістовий модуль 3. Принципи побудови паралельних обчислювальних систем					
9.Паралельне програмування на основі MPI	7	2			5
10.Розробка паралельних програм з використанням MPI	13	4		4	5
11.Технологія програмування OpenMP	6	2		–	4
12.Основи розпаралелювання програм	11	2		4	5
Разом за змістовим модулем 3	37	10		8	19
Підготовка до екзамену	30	–	–	–	30
VIII семестр					
Змістовий модуль 4. Паралельні методи					
13.Принципи розробки паралельних методів	18	6	6		6
14.Паралельні методи множення матриці на вектор	12	4	4		4
15.Паралельні методи матричного множення	22	6	6	6	4
16.Розв'язування систем лінійних рівнянь	12	4	4	–	4
17.Паралельні методи сортування	18	6	6	–	6
18.Паралельні методи на графах	15	4	4	–	7
Разом за змістовим модулем 4	97	30	30	6	31
Змістовий модуль 5. Курсова робота					
1. Вивчення та вибір методів для реалізації	2				2
2.Розробка схеми паралельних обчислень	2				2
3.Теоретичний аналіз ефективності обраного підходу	2				2
4.Реалізація паралельної та послідовної програм	4				4
5.Проведення обчислювальних експериментів з реалізацією масштабованості	2				2
6. Оформлення пояснювальної записки	3				3
Разом за змістовим модулем 5	15				15
Усього годин	255	60	30	28	137

5. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1	Паралельні та розподілені обчислювальні системи	2
2-4	Архітектура та класифікація паралельних обчислювальних систем	2
5-6	Продуктивність обчислювальної системи. Методи оцінки	

	продуктивності паралельних алгоритмів і систем	4
7-8	Комунікаційна трудомісткість паралельних обчислень	2
9-10	Паралельна обробка даних. Синхронізація і комунікації процесів	2
11-12	Моделі паралельних обчислень	4
13-14	Розробка паралельного алгоритму	2
15	Організація паралельних обчислень для систем з розподіленою пам'яттю	2
16-17	Паралельне програмування на основі MPI	2
18-19	Розробка паралельних програм з використанням MPI	4
20-21	Технологія програмування OpenMP	2
22-23	Основи розпаралелювання програм	2
24-25	Принципи розробки паралельних методів	6
26	Паралельні методи множення матриці на вектор	4
27	Паралельні методи матричного множення	6
28	Розв'язування систем лінійних рівнянь	4
29	Паралельні методи сортування	6
30	Паралельні методи на графах	4
Усього годин		60

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1-3	Створення багатопоточної програми із синхронізацією потоків	6
4-7	Побудова кластера та запуск найпростішої MPI-програми	8
8-11	Організація прийому та передачі даних з MPI. Знайомство з процедурами колективного обміну	8
12-15	Реалізація каскадної схеми сумування в MPI	8
Усього годин		30

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1-2	Основні принципи конвеєрної та паралельної обробки даних	4
3-4	Вузькі місця паралельних обчислень	4
5-7	Математична модель для оцінки можливого підвищення продуктивності при розпаралелюванні обчислень з урахуванням часу обміну даними	6
8-9	Розробка паралельного алгоритму модифікованої каскадної схеми сумування	4
10-11	Програмна система ПараЛаб для дослідження методів паралельних обчислень. Множення матриці на вектор.	4
12-14	Програмна система ПараЛаб для дослідження методів паралельних обчислень. Множення матриці на матрицю.	6
Усього годин:		28

8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	підготовка до аудиторних занять	31
2	підготовка до контрольних заходів	30
2	опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях: різновиди обробки інформації в ПРОС; паралельні системи нетрадиційної архітектури; ефект Амдаля;	11 10 10
3	підготовка до екзамену	30
4	виконання курсової роботи:	15
	вивчення та вибір методів для реалізації	2
	розробка схеми паралельних обчислень	2
	теоретичний аналіз ефективності обраного підходу	2
	реалізація паралельної та послідовної програм	4
	проведення обчислювальних експериментів з реалізацією масштабованості	2
	оформлення пояснювальної записки	3
Усього годин		137

9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Письмовий, усний, практична перевірка.

10. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Контроль успішності студента здійснюється за допомогою 100-бальної системи оцінювання, що має відповідні оцінки в національній шкалі і шкалі ECTS.

VII семестр

Змістовий модуль 1. Принципи побудови паралельних обчислювальних систем.

Самостійна домашня робота (максимальна кількість балів – 100):

«Домашнє завдання №1»

- виконання самостійної роботи та її оформлення – 60 балів;
- відповідь на теоретичне питання №1, №2 при захисті самостійної роботи (максимальна кількість балів на одне питання - 20 балів): 40 балів;
- правильна відповідь на питання 20 балів;
- відповідь на питання потребує деяких уточнень щодо принципів конвеєрної та паралельної розробки 16 – 19 балів;
- відповідь на питання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в місцях паралельних обчислень) 6 -15 балів;
- відповідь на питання зі значними помилками (не розкрита сутність питання) 1 - 5 балів;
- неправильна відповідь або немає відповіді 0 балів.

Підсумкова оцінка зі змістового модуля 1 визначається як оцінка за самостійну домашню роботу змістового модуля 1.

Змістовий модуль 2. Моделювання та аналіз паралельних обчислень

Самостійна домашня робота (максимальна кількість балів – 100):

«Домашнє завдання №2»

- виконання самостійної роботи та її оформлення – 60 балів;

- відповідь на теоретичне питання №1, №2 при захисті самостійної роботи (максимальна кількість балів на одне питання - 20 балів): 40 балів;
- o правильна відповідь на питання (вірна розробка моделі) 20 балів;
- o відповідь на питання потребує деяких уточнень щодо моделі для оцінки можливого підвищення продуктивності 16 – 19 балів;
- o відповідь на питання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в розпаралелюванні обчислень з урахуванням часу обміну даними) 6 -15 балів;
- o відповідь на питання зі значними помилками (не розкрита сутність питання) 1 - 5 балів;
- o неправильна відповідь або немає відповіді 0 балів.

Підсумкова оцінка зі змістового модуля 2 визначається як оцінка за самостійну домашню роботу змістового модуля 2.

Змістовий модуль 3. Принципи побудови паралельних обчислювальних систем.

Самостійна домашня робота (максимальна кількість балів – 100):

«Домашнє завдання №3»

- виконання самостійної роботи та її оформлення – 60 балів;
- відповідь на теоретичне питання №1, №2 при захисті самостійної роботи (максимальна кількість балів на одне питання - 20 балів): 40 балів;
- o правильна відповідь на питання (правильно розроблено паралельний алгоритм модифікованої каскадної схеми сумування) 20 балів;
- o відповідь на питання потребує деяких уточнень, щодо розробки паралельних програм з використанням MPI 16 – 19 балів;
- o відповідь на питання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в програмній системі ПараЛаб для дослідження методів паралельних обчислень) 6-15 балів;
- o відповідь на питання зі значними помилками (не розкрита сутність питання) 1 - 5 балів;
- o неправильна відповідь або немає відповіді 0 балів.

Підсумкова оцінка зі змістового модуля 3 визначається як оцінка за самостійну домашню роботу змістового модуля 3.

- екзамену

Екзамен проводиться в письмовій формі у вигляді відповідей на білети, що містять 2 теоретичних питання і 1 практичного завдання. До складання екзамену допускаються студенти, які повністю виконали навчальний план дисципліни – отримали не менше 60 балів з кожного змістового модуля.

Екзамен (максимальна кількість балів – 100):

- відповідь на теоретичні питання (максимальна кількість балів на одне питання - 25 балів): 50 балів;
- o правильна відповідь на питання 25 балів;
- o відповідь на питання потребує деяких уточнень щодо моделі або методології 19 – 24 балів;
- o відповідь на питання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в визначеннях) 9 -18 балів;
- o відповідь на питання зі значними помилками (не розкрита сутність питання) 1 - 8 балів;
- o неправильна відповідь або немає відповіді 0 балів.
- виконання практичних завдань максимальна кількість балів: 50 балів;
- o правильне виконання завдання, складена модель або побудована діаграма 50 балів;
- o робота виконана повністю, але виконання завдання потребує деяких уточнень, аналіз результатів недостатній 40 – 49 балів;
- o робота виконана повністю, але виконання завдання потребує деяких уточнень, аналіз результатів відсутній 30 – 39 балів

- виконання завдання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в моделюванні або аналізі паралельних обчислень) 20 -29 балів;
- виконання завдання зі значними помилками (неправильно складена модель або помилки при паралельних обчисленнях, неповне обґрунтування завдання) 10-19 балів;
- виконання завдання зі значними помилками (розрахунки паралельних обчислень виконані зі значними помилками, немає обґрунтування завдання) 9 - 1 балів
- неправильне виконання завдання або немає розв'язання 0 балів.

VIII семестр

Змістовий модуль 4. Паралельні методи.

Самостійна домашня робота (максимальна кількість балів – 100):

«Домашнє завдання №4»

- виконання самостійної роботи та її оформлення – 60 балів;
 - відповідь на теоретичне питання №1, №2 при захисті самостійної роботи (максимальна кількість балів на одне питання - 20 балів): 40 балів;
 - правильна відповідь на питання 20 балів;
 - відповідь на питання потребує деяких уточнень щодо принципів конвеєрної та паралельної розробки 16 – 19 балів;
 - відповідь на питання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в місця паралельних обчислень) 6 -15 балів;
 - відповідь на питання зі значними помилками (не розкрита сутність питання) 1 - 5 балів;
 - неправильна відповідь або немає відповіді 0 балів.
- Підсумкова оцінка зі змістового модуля 4 визначається як оцінка за самостійну домашню роботу змістового модуля 4.

Змістовий модуль 5. Курсова робота

Курсова робота (максимальна кількість балів – 100):

- правильне виконання курсової роботи та її оформлення – 60 балів;
- При захисті курсової роботи студент повинен відповісти на 2 теоретичних питання і пояснити розрахункове завдання з кожного розділу курсової роботи.
- відповідь на теоретичні питання №1, №2, (максимальна кількість балів на одне питання - 10 балів): 20 балів;
- правильна відповідь на питання 10 балів;
- відповідь на питання потребує деяких уточнень щодо розробки схеми або аналізу ефективності 6 – 9 балів;
- відповідь на питання із незначними помилками (сутність розкрита, але були помилки в формулах або їх застосуванні, висновки недостатньо повні) 3 – 5 балів;
- відповідь на питання зі значними помилками (помилки в формулах, неповне пояснення сутності питання, висновки поверхневі або відсутні) 1 – 2 балів;
- неправильна відповідь або немає відповіді 0 балів.
- виконання розрахункових завдань (максимальна кількість балів на одне завдання - 10 балів): 20 балів;
- правильне виконання завдання 10 балів;
- виконання завдання потребує деяких уточнень, щодо реалізації паралельної або послідовної програм 6 – 9 балів;
- виконання завдання із незначними помилками (незначні помилки в розрахунках або в графічному відображенні результатів, неповне пояснення результату) 3 – 5 балів;
- виконання завдання зі значними помилками (неправильні розрахункові формули або їх застосування, неповне або неправильне обґрунтування розв'язання завдання) 1 - 2 балів;
- неправильне виконання завдання або немає розв'язання 0 балів.

Підсумкова оцінка зі змістового модуля 5 (курсової роботи) визначається як оцінка за курсову роботу.

Підсумкова оцінка з дисципліни за VII семестр визначається як середня між підсумковою оцінкою змістових модулів 1, 2, 3 та оцінкою екзамену

Підсумкова оцінка з дисципліни за VIII семестр визначається як середня між підсумковою оцінкою змістових модулів 4 та 5.

11. ПОЛІТИКА КУРСУ

Порядок зарахування пропущених занять:

- пропущена лекція відпрацьовується підготовкою конспекту відповідно до теми пропущеного заняття та його захистом;
- пропущені практичні або лабораторні заняття відпрацьовуються студентами виконанням відповідної практичної або лабораторної роботи самостійно та її захистом.

Зміни в нарахуванні балів у випадках несвоєчасного виконання завдань не відбувається.

Дотримання академічної доброчесності студента передбачає:

- самостійне та добросовісне виконання завдань, в тому числі поточного та підсумкового контролю;
- відповідальне ставлення до своїх обов'язків;
- повага до честі й гідності інших осіб;
- посилення на джерела інформації у разі запозичення ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- використання при виконанні завдань лише перевірених та достовірних джерел інформації.

За порушення академічної доброчесності студент може бути притягнутий до академічної відповідальності (повторне проходження оцінювання).

Також неприємним у навчальній діяльності студентів є академічний плагіат, самоплагіат, фальсифікація та інші види академічної нечесності. Перевірці на академічний плагіат підлягають кваліфікаційні роботи студентів.

12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений: уч. пособие / В.П. Гергель. – М.: Бином, 2007. – 424 с.
2. Баканов В.М. Параллельные вычисления: уч. пособие / В.М. Баканов. – М.: МГУПИ, 2006. – 123 с.
3. Воеводин В.В. Параллельные вычисления / В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
4. Эндрюс Г.Р. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования / Г.Р. Эндрюс. – М.: Вильямс, 2003. – 512 с.
5. Таненбаум Э. Распределенные системы. Принципы и парадигмы / Э. Таненбаум. – СПб.: Питер, 2003. – 877 с.
6. Гришагин В.А. Параллельное программирование на основе MPI: учебное пособие / В.А. Гришагин, А.Н. Свистунов. – Нижний Новгород, 2005. – 92 с.
7. Гергель В.П. Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем: Учебное пособие / В.П. Гергель, Р.Г. Стронгин. – Нижний Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета, 2003. – 179 с.

Допоміжна

1. Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования. – М.: Бином, 2003. – 342с.
2. Митчелл М., Оулдем Дж., Самьюэл А. Программирование для Linux. Профессиональный подход. – М: Издательский дом «Вильямс», 2002.
3. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP. – М.: МГУ, 2009. – 77 с.

13. INTERNET-РЕСУРСИ

1. <http://www.parallel.ru> – сервер Лабораторії Паралельних інформаційних технологій Науково-дослідного обчислювального центру Московського державного університету імені М.В.Ломоносова;
2. <http://iproc.ru/drafts/microsoft-mpi/> – Налаштування Microsoft MPI та Visual Studio;
3. <http://blogs.msdn.com/b/ru-hpc/archive/2009/12/28/ms-mpi-visual-studio-windows-hpc-server.aspx> – Работа с MS-MPI в среде Visual Studio и Windows HPC Server;
4. <http://edu.chpc.ru/parallel/main.html#mainch3.html> – Учбовий посібник «Паралельне програмування на основі бібліотек»;
5. <http://www.hpcc.unn.ru/?doc=51> – Центр суперкомп'ютерних технологій Нижегородського державного університету.

Розробник _____ (підпис) (О. М. Шибко)

Гарант освітньої програми _____ (підпис) (Н.О. Вельмагіна)

Силабус затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук, інформаційних технологій та прикладної математики

Протокол від «31» серпня 2020 року № 2