

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLYI TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI**

515



PARALLEL DASTURLASH

FANI BO‘YICHA

SILLABUS

Kunduzgi bo‘lim uchun

Bilim sohasi: 700000 – Muhandislik, ishlov berish va qurilish sohalari

Ta‘lim sohasi: 710000 – Muhandislik ishi

Ta‘lim yo‘nalishi: 60711500 – Mexatronika va robototexnika

Toshkent – 2025



Modul / FAN SILLABUSI
Kompyuter injiniringi fakulteti
60711500 – Mexatronika va
robototexnika ta'lim yo'nalishi



Fan nomi:	Parallel dasturlash
Fan turi:	Tanlov
Fan kodi:	PAPR15TBK
Bosqich:	3
Semestr:	5
Ta'lim shakli:	Kunduzgi
Mashg'ulotlar shakli va semestrga ajratilgan soatlar:	150
Ma'ruza	30
Amaliy mashg'ulotlar	30
Laboratoriya mashg'ulotlari	-
Seminar	-
Mustaqil ta'lim	90
Kredit birligi miqdori:	5
Baholash shakli:	Imtihon (Yozma)
Fan tili:	O'zbek

Fanni maqsadi (FM)	
FM1	Fan parallel hisoblashning asosiy tushunchalari va arxitekturasini tushuntirish, ko'p oqimli (multithreaded) va ko'p yadroli (multicore) dasturlashni o'rgatish, parallel algoritmlar tuzish va ularni tahlil qilishni o'rgatish, amaliy platformalarda parallel dasturlashni o'rgatish, parallel dasturlarning samaradorligini baholash va optimallashtirishni o'rgatish, real vaqtda (real-time) ishlaydigan yoki katta hajmdagi ma'lumotlarni tez ishlovchi tizimlar yaratishga tayyorlash ko'nikmasini hosil qilishdan iborat.

Fanni o'zlashtirish uchun zarur boshlang'ich bilimlar	
1.	Axborotga ishlov berish va algoritmlash (KIM11206)
2.	Texnik tizimlarda axborot texnologiyalari (TTAT11104)

Ta'lim natijalari (TN)	
	Bilim jihatidan:
TN1	Ma'lumotlar tuzilmalari va algoritmlari haqida asosiy ko'nikmalarni, ma'lumotlar bazasi strukturalari, ularni qurilishlari va munosabatlardagi jarayonlar haqidagi bilimlarga ega bo'lishi kerak;
TN2	Algoritm tushunchasi va turlari, dasturlash asoslari, axborotga ishlov berish usullari, algoritmik fikrlash, loyihaviy yondashuvda dastur yozish bosqichlari, masalalarni yechish uchun dasturiy loyihalar ishlab chiqish haqida bilimlarga ega bo'lishi kerak;
	Ko'nikmalar jihatidan
TN3	Talabalar turli parallel dasturlash tillarida (masalan, C/C++, Python, Java) samarali parallel dasturlarni yozish ko'nikmalariga ega bo'lishadi. Talabalar multithreading.

	multiprocessing, OpenMP, CUDA, va MPI kabi kutubxonalaridan foydalanib, parallel dasturlar yaratish ko'nikmalarini rivojlantiradilar.
TN4	Talabalar parallel dasturlarda sinxronizatsiya va resurslarni boshqarish muammolarini samarali hal qilishni bilishadi. Mutex, semaphore, barrier, critical section kabi usullarni qo'llash orqali xatoliklarni oldini olishni bilishadi.
TN5	Talabalar samarali parallel algoritmlar tuzish va mavjud algoritmlarni parallel muhitga moslashtirishni o'rganadilar. Divide-and-conquer, map-reduce, va boshqa parallel hisoblash usullarini yaratishda tajriba orttiradilar.
TN6	Talabalar parallel dasturlarni samaradorlik va tezlikni oshirish uchun optimallashtirishni bilishadi. Load balancing, communication overhead, va scalability kabi omillarni tahlil qilib, dastur samaradorligini oshirishni o'rganadilar.
TN7	Talabalar katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlashda parallel hisoblash texnologiyalarini qo'llashni o'rganadilar, ma'lumotlarni tezkor tahlil qilish ko'nikmalarini rivojlantiradilar. Talabalar GPU va boshqa parallel hisoblash arxitekturalarini dasturlash (masalan, CUDA yoki OpenCL) yordamida parallel dasturlar yaratishni o'rganadilar.
TN8	Talabalar parallel dasturlarning speedup, efficiency, scalability kabi parametrlarini baholash va samaradorlikni tahlil qilish ko'nikmalariga ega bo'lishadi. Dastur ishlashini o'lchash va optimal ishlashni ta'minlash uchun kerakli tahlil vositalarini qo'llashni bilishadi.

Fan mazmuni		Soat
Mashg'ulotlar shakli: maruza (M)		
M1	Mexatronika tizimlarida parallel hisoblash va samaradorlikni oshirish usullari: Moore qonuni, parallelizm va uning tizim samaradorligiga ta'siri, kechikish (latency) va kenglik (bandwidth) muammolari.	2
M2	Mexatronika qurilmalarida kesh arxitekturasi va uning ishlashi: mexatronik tizimlarda samaradorlikni yaxshilash uchun keshni qanday boshqarish kerak.	2
M3	Mexatronik tizimlarda virtual xotira va ma'lumotlarning samarali joylashuvi: xotira boshqaruv tizimlari va ularning ishlash prinsiplari	2
M4	Vektorlashtirish texnologiyasi: mexatronik tizimlarda parallel hisoblash uchun vektorli ishlov berish usullari (SIMD).	2
M5	Sinxronizatsiya. Kritik bo'limlar. Ketma-ketlik konsistensiyasi. Flush konstruksiyasi	2
M6	Kesh bilan bog'liq ishlash samaradorligi muammolar. Ichki parallelizm	2
M7	Mexatronik tizimlarda dasturiy vositalar va ularning parallel dasturlashga ta'siri: OpenMP va boshqa parallel dasturlash kutubxonalari.	2
M8	OpenMP va Parallel sikllar - OpenMP orqali mexatronik tizimlar uchun parallel sikllarni qanday tuzish va samaradorlikni oshirish.	2
M9	Pthreads va C++11 Atomik o'zgaruvchilar - Mexatronik tizimlarda parallellik va xavfsizlikni ta'minlash uchun Pthreads va atomik o'zgaruvchilarni ishlatish	2
M10	Hybrid dasturlash (MPI + OpenMP) - Gibrid parallel dasturlash: MPI va OpenMP ni birgalikda mexatronik tizimlarda samarali ishlatish.	2
M11	Aniq ko'rsatilgan bog'liqliklar. Vazifalar (Tasks). OpenMPda mustaqil bajariluvchi kod bloklari sifatida aniqlanadi, masalan: #pragma omp task	2
M12	Charm++ da parallel hisoblash. Charm++ da dinamik ravishda resurslarni taqsimlash.	2
M13	Saralash algoritmlari. Translyatsiya/Aralash va kollektiv operatsiyalar uchun algoritmlar. Masshtablanish va Isoeffektivlik	2
M14	Matritsalarini ko'paytirish. Ulanish topologiyalari. Xatolarga chidamlilik	2

M15	Parallel diskret hodisa simulyatsiyalari. Kombinatorik qidiruv. PGPU (General Purpose Graphics Processing Unit) - Umumiy maqsadli grafik protsessorlar	2
	Jami:	30
Mashg'ulotlar shakli: amaliyot mashg'ulot (A)		Soat
A1	Mexatronika tizimi uchun parallel hisoblash texnologiyalarining ta'sirini o'rganish. Latency va bandwidthni optimallashtirish orqali mexatronik tizimlarning samaradorligini oshirish bo'yicha amaliy tajriba.	2
A2	Mexatronik tizimda kesh samaradorligini tahlil qilish va keshni optimallashtirish orqali tizimning ishlash tezligini oshirish. Keshning samaradorligini o'lchash va takomillashtirish usullarini ishlab chiqish.	2
A3	Mexatronik tizimda virtual xotira va prefetching texnologiyalarini amalga oshirish, ma'lumotlar oqimini optimallashtirish.	2
A4	Mexatronik tizimlar uchun xotira boshqaruvi tizimini yaratish, ma'lumotlar joylashuvini boshqarish orqali tizim samaradorligini oshirish.	2
A5	Mexatronik tizimda SIMD (Single Instruction, Multiple Data) texnologiyasidan foydalanib vektorlashtirishni amalga oshirish va parallel ishlov berish samaradorligini oshirish.	2
A6	SIMD texnologiyasini mexatronik tizimda qo'llash, vektorli ishlov berish orqali bir xil ma'lumotlar ustida parallel ishlov berish va samaradorlikni oshirish.	2
A7	OpenMP yoki boshqa parallel dasturlash kutubxonalarini yordamida mexatronik tizimlar uchun parallel dastur yozish va samaradorlikni o'lchash.	2
A8	OpenMP kutubxonasi yordamida mexatronik tizimda parallel siklni amalga oshirish. Siklni turli metodlar bilan optimallashtirish va samaradorlikni tahlil qilish.	2
A9	Mexatronik tizimda sinxronlash mexanizmlarini amalga oshirish va izchillikni boshqarish, parallel hisoblashda ketma-ketlikni boshqarish.	2
A10	Mexatronik tizimda sinxronlash mexanizmlarini amalga oshirish va izchillikni boshqarish, parallel hisoblashda ketma-ketlikni boshqarish..	2
A11	Flush konstruksiyasini mexatronik tizimlarda xotira yangilanishlarini majburiylashtirish uchun qo'llash va samaradorlikni o'lchash.	2
A12	OpenMP yordamida sikl jadvallari (static, dynamic, guided, runtime) asosida mexatronik tizimda parallel hisoblashning turli usullarini taqqoslash va samaradorlikni tahlil qilish	2
A13	Mexatronik tizimda Pthreads va atomik o'zgaruvchilar yordamida parallel dastur yozish va tizimdagi ma'lumotlar xavfsizligini ta'minlash.	2
A14	Mexatronik tizimlarda MPI yordamida taqsimlangan xotira asosida parallel hisoblashni amalga oshirish va tizimlararo aloqa protokollarini optimallashtirish.	2
A15	MPI va OpenMP gibrid dasturlash usulidan foydalanib, mexatronik tizimlarda parallel hisoblashni optimallashtirish va samaradorlikni oshirish.	2
Jami:		30

Mustaqil ta'lim (MT)		Soat
1	Parallel hisoblashning afzalliklari va real dunyodagi qo'llanilish sohalari.	2
2	Moore qonuni va protsessorlarning rivojlanishi parallel hisoblashga ta'siri	2
3	Kesh xotira samaradorligini oshirish usullari.	2
4	OpenMP va MPI kutubxonalarining qiyosiy tahlili	2
5	Parallel hisoblashda kechikish (latency) va o'tkazuvchanlik (bandwidth) Kechikish va o'tkazuvchanlik o'rtasidagi bog'liqlik va ularni optimallashtirish.	2
6	OpenMP da statik va dinamik yuklamalarni boshqarish. OpenMP schedule direktivasining samaradorligi	4
7	OpenMP da sinxronizatsiya mexanizmlari. Critical, atomic, barrier, flush direktivalarining ishlash tamoyillari	4
8	False Sharing muammosi va uni bartaraf etish usullari OpenMP kodida yolg'on bo'lishish hodisasini aniqlash va uni bartaraf etish.	4
9	Parallel hisoblashda ish samaradorligini baholash. Tezlanish (Speedup), samaradorlik (Efficiency) va izoeffektivlik (Isoefficiency) tushunchalarini real kod misolida o'rganish.	4
10	Parallel saralash algoritmlarini tadqiq qilish. Oddiy saralash algoritmlarining parallel versiyalarini ishlab chiqish va ularning samaradorligini taqqoslash.	4
11	Pipelining (konveyerlash) tamoyili va uning protsessor arxitekturasidagi roli. Protsessor konveyerlash texnikasi va uning samaradorlikka ta'siri.	4
12	Shartli o'tishni bashorat qilish (Branch Prediction). Zamonaviy protsessorlarda shartli o'tishni bashorat qilish texnologiyalarining samaradorligi.	4
13	MPI da kollektiv aloqa operatsiyalarini tadqiq qilish. MPI Bcast, MPI Reduce, MPI_Gather, MPI_Scatter operatsiyalarining ishlashini tahlil qilish.	4
14	MPI da bloklovchi va bloklamaydigan aloqa operatsiyalarining solishtirilishi. MPI_Send, MPI_Recv va MPI_Isend, MPI_Irecv operatsiyalarining ishlash samaradorligini taqqoslash	4
15	Parallel matritsa hisoblashlari. MPI yordamida matritsa ko'paytirish algoritmlarini parallellashtirish	4
16	Gibrid dasturlash (MPI + OpenMP) modelining afzalliklari. MPI va OpenMP ni birgalikda ishlatishning samaradorligi.	4
17	Parallel dasturlashda energiya samaradorligi. Parallel dasturlash texnikalarining energiya sarfiga ta'siri.	4
18	CUDA va GPU yordamida parallel dasturlash. GPU-larning parallel hisoblashdagi afzalliklari va CUDA asoslari	4
19	Parallel prefiks hisoblash algoritmlarining tahlili. MPI yordamida parallel prefiks yig'indisini amalga oshirish va natijalarni taqqoslash	4
20	Parallel grafik algoritmlari. Graf algoritmlarining (Dijkstra, BFS) parallel versiyalarini ishlab chiqish va sinovdan o'tkazish.	4
21	Parallel dasturlashda resurslardan foydalanish samaradorligi. Protsessor va xotiradan foydalanish samaradorligini taqqoslash	4
22	Taqsimlangan xotira tizimlari va ularning ishlash prinsiplari. Taqsimlangan tizimlarning samaradorligi va ulardagi muammolar.	4

23	Parallel dasturlashda yuk balansirovkasi. Yuklarni teng taqsimlash usullari va ularning samaradorligini baholash.	4
24	Parallel hisoblashda noto'liq parallelizm va ketma-ket bog'liqlik. Algoritmning qanchalik parallel ekanligini baholash	4
25	Parallel dasturlashning real dunyo ilovalari. Parallel dasturlash texnologiyalarining ilmiy va sanoat sohalarida qo'llanilishi	4
	Jami	90

Asosiy adabiyotlar		
1.	P. Бэбба Программирование на параллельных вычислительных системах [Текст] : пер. с англ. / Под ред. Р. Бэбба II. - М. : Мир, 1991. - 376 с	
2.	Kirk, David. Programming Massively Parallel Processors. A Hands-on Approach [Text] : учебное пособие / D. B. Kirk, W. W. Hwu. - 2th. ed. - Amsterdam ; Boston ; Heidelberg : MK Eksevier, 2013. - 496 p. - Алф. указ.: с. 487. - 1 экз. - ISBN 978-0-12-415992-1	
3.	Pacheco, Peter S. An Introduction to Parallel Programming [Text] : учебное пособие / P. S. Pacheco, M. Malensek. - 2nd. ed. - Cambridge : Morgan Kaufman Publishers, 2022. - 468 p. : figure. - Bibliogr.: p. 459. - 1 экз. - ISBN 978-0-12-804605-0	
Qo'shimcha adabiyotlar		
1.	Peter Pacheco – Parallel Programming with MPI , Morgan Kaufmann, 1997.	
2.	Barbara Chapman, Gabriele Jost, Ruud van der Pas – Using OpenMP: Portable Shared Memory Parallel Programming , The MIT Press, 2007	
3.	Michael J. Quinn – Parallel Programming in C with MPI and OpenMP , McGraw-Hill, 2003.	
4.	George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg – Distributed Systems: Concepts and Design , Pearson, 2011..	
5.	Jason Sanders, Edward Kandrot – CUDA by Example: An Introduction to General-Purpose GPU Programming , Addison-Wesley, 2010..	

Talabning fan bo'yicha o'zlashtirish ko'rsatkichini nazorat qilishda quyidagi mezonlar tavsiya etiladi

- a) 5 baho olish uchun talabning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:**
 fanning mohiyati va mazmunini to'liq yorit olsa;
 fandagi mavzularni bayon qilishda ilmiylik va mantiqiylik saqlanib, ilmiy xatolik va chalkashliklarga yo'l qo'ymas;
 fan bo'yicha mavzu materiallarining nazariy yoki amaliy ahamiyati haqida aniq tasavvurga ega bo'lsa;
 fan doirasida mustaqil erkin fikrlash qobiliyatini namoyon eta olsa;
 berilgan savollarga aniq va lo'nda javob bera olsa;
 konspektga puxta tayyorlangan bo'lsa;
 mustaqil topshiriqlarni to'liq va aniq bajargan bo'lsa;
 fanga tegishli qonunlar va boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarni to'liq o'zlashtirgan bo'lsa;
 fanga tegishli mavzulardan biri bo'yicha ilmiy maqola chop ettirgan bo'lsa;
 tarixiy jarayonlarni sharxlay bilsa.
- b) 4 baho olish uchun talabning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:**

fanning mohiyati va mazmunini tushungan, fandagi mavzularni bayon qilishda ilmiy va mantiqiy chalkashliklarga yo'l qo'ymas;
 fanning mazmunini amaliy ahamiyatini tushungan bo'lsa;
 fan bo'yicha berilgan savollarga to'g'ri javob bera olsa;
 fan bo'yicha berilgan vazifa va topshiriqlarni o'quv dasturi doirasida bajarasa;
 fan bo'yicha konspektga puxta shakllantirgan bo'lsa;
 fan bo'yicha mustaqil topshiriqlarni to'liq bajargan bo'lsa;
 fanga tegishli qonunlar va boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarni to'liq o'zlashtirgan bo'lsa;

c) 3 baho olish uchun talabning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:
 fan haqida umumiy tushunchaga ega bo'lsa;
 fandagi mavzularni tor doirada yoritib, bayon qilishda ayrim chalkashliklarga yo'l qo'ysa;

bayon qilish ravon bo'lmasa;
 fan bo'yicha savollarga mujmal va chalkash javoblar olinsa;
 fan bo'yicha matn puhta shakllantirilmagan bo'lsa.

d) quyidagi hollarda talabning bilim darajasi qoniqarsiz 2 baho bilan baholanishi mumkin:

fan bo'yicha mashg'ulotlarga tayyorgarlik ko'rilmagan bo'lsa;
 fan bo'yicha mashg'ulotlarga doir hech qanday tasavvurga ega bo'lmasa;
 fan bo'yicha matnlarni boshqalardan ko'chirib olganligi sezilib tursa;
 fan bo'yicha matnda jiddiy xato va chalkashliklarga yo'l qo'yilgan bo'lsa;
 fanga doir berilgan savollarga javob olinmasa;
 fanni bilmasa.

Topshiriq	Maksimal ball	O'tkazish vaqti
Topshiriq №1. Rekursiv algoritmnini (masalan, Fibonachchi sonlari yoki daraxtni aylanib chiqish) task va taskwait direktivalari yordamida parallelizatsiya qilish. Topshiriqni baholash. MAX 5 ball 1. Berilgan topshiriqqa optimal yondoshish – 2 ball; 2. Topshiriq to'liq bajarilganligi – 2 ball; 3. Topshiriqni himoya qilish – 1 ball.	5	O'quv jarayoni grafigi bo'yicha
Topshiriq №2. Ketma-ket bajariladigan oddiy siklni (masalan, vektor elementlarini initsializatsiya qilish yoki oddiy arifmetik amallar) parallel for direktivasi yordamida parallelizatsiya qilish. Topshiriqni baholash. MAX 5 ball 1. Berilgan topshiriqqa optimal yondoshish – 2 ball; 2. Topshiriq to'liq bajarilganligi – 2 ball; 3. Topshiriqni himoya qilish – 1 ball.	5	
Topshiriq №3. MPI Reduce (prosesslardagi ma'lumotlarni yig'ib, bitta natija olish) Topshiriqni baholash. MAX 5 ball 1. Berilgan topshiriqqa optimal yondoshish – 2 ball;	5	

2. Topshiriq to'liq bajarilganligi – 2 ball; 3. Topshiriqni himoya qilish – 1 ball.		
Topshiriq №4. MPI Gather (prosslardagi ma'lumotlarni bitta prosessga yig'ish) operatsiyalarini qo'llash. Topshiriqni baholash. MAX 5 ball 1. Berilgan topshiriqqa optimal yondoshish – 2 ball; 2. Topshiriq to'liq bajarilganligi – 2 ball; 3. Topshiriqni himoya qilish – 1 ball.	5	
Topshiriq №5. Yozilgan parallel dasturlardan birining (OpenMP yoki MPI) turli sonli yadrolar/prosessorlarda bajarilish vaqtini o'lchash. Topshiriqni baholash. MAX 5 ball 1. Berilgan topshiriqqa optimal yondoshish – 2 ball; 2. Topshiriq to'liq bajarilganligi – 2 ball; 3. Topshiriqni himoya qilish – 1 ball.	5	
Topshiriq №6. Arduino Uno da meditsina sensorlarini ishlatish va displeyga natijasini chiqarish. Topshiriqni baholash. MAX 5 ball 1. Berilgan topshiriqqa optimal yondoshish – 2 ball; 2. Topshiriq to'liq bajarilganligi – 2 ball; 3. Topshiriqni himoya qilish – 1 ball.	5	
Oraliq nazorat bo'yicha maksimal ball	10	O'quv jarayoni grafigi bo'yicha
Mustaqil ish	10	
Mustaqil ish №1 Mustaqil ish ma'ruza va Amaliyot mashg'ulotlardan berilgan vazifa bo'yicha referat, mustaqil ish va taqdimot shaklida talabning individual ishi. Mustaqil ishni baholash. MAX 5 ball 1. Mavzu bo'yicha mustaqil topshiriqni to'liq va aniq bajargan bo'lsa -2 ball; 2. fan doirasida mustaqil erkin fikrlash qobiliyatini namoyon eta olsa - 2 ball; 3. berilgan savollarga aniq va lo'nda javob berishi -1 ball.	5	
Mustaqil ish №2 Mustaqil ish ma'ruza va amaliyot mashg'ulotlardan berilgan vazifa bo'yicha referat, mustaqil ish va taqdimot shaklida talabning individual ishi. Mustaqil ishni baholash. MAX 5 ball 1. Mavzu materillarining nazariy yoki amaliy ahamiyati haqida aniq tasavvurga ega bo'lishi - 2 ball;	5	

2. fanga tegishli qonunlar va boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarni to'liq o'zlashtirish -2 ball.		
3. fan doirasida mustaqil erkin fikrlash qobiliyatini namoyon eta olishi - 1 ball.		
Yakuniy nazorat bo'yicha maksimal ball		50
Jami:		100

Fan o'qituvchisi to'g'risida ma'lumot

Dastur mualliflari:	Mamirov Xudoyberdi Xomidjonovich, katta o'qituvchi
E-mail:	mamirov.0710@gmail.com
Tashkilot:	Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, "Sun'iy intellekt" kafedrası
Taqrizchilar:	Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti "Kompyuter tizimlari" kafedrası dotsenti, texnika fanlari nomzodi Ch.M.Xidirova Alfraganus universiteti "Raqamli texnologiyalari" fakulteti dekani, t.f.f.d., dotsent. O.U.Mallayev

Mazkur sillabus universitet Kengashining 2025 – yil 29.04 dagi 8/9/250/251 -sonli bayonnomasi bilan tasdiqlangan.

Mazkur sillabus "Kompyuter injiniringi" fakultetining 2025 – yil 19.04 dagi 18(25) -sonli bayonnomasi bilan tasdiqlangan.

Mazkur sillabus "Sun'iy intellekt" kafedrası yig'ilishining 2025 – yil 18.04 dagi 26 -sonli bayonnomasi bilan tasdiqlangan.

O'quv-uslubiy boshqarama boshlig'i

Kafedra mudiri

Tuzuvchi

A.Ergashev

H.Zaynidinov

X.Mamirov

