

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

сигнатура:				
4.6	I	S	09	v1
професионално направление	код на докт. програма	вид курс (базов/спец.)	номер	версия
<i>попълва се административно след приемане от НС на ИМИ</i>				

Утвърдил:

(акад. В. Дренски, Директор на ИМИ-БАН)

Учебна програма
за специализиран докторантски курс

Област на висше образование:	4. Природни науки, математика и информатика
професионално направление:	4.6. Информатика и компютърни науки
докторска програма:	Информатика
тема:	Паралелно програмиране
лектор:	проф. дмн Илия Буюклиев
данни за връзка с лектора (тел., имейл)	iliya@math.bas.bg
хорариум:	20 часа лекции и 20 часа практически упражнения
кредити съгл. кредитната система на ЦО на БАН:	20

1. Анотация

Учебният курс има за цел въвеждане в теорията на паралелното програмиране. Курсът представя широко използвани стандарти и програмни интерфейси за паралелизиране на алгоритми, сред които MPI (Message Passing Interface), CUDA (Compute Unified Device Architecture), OpenMP (Open Multi-Processing) и др. Прави се сравнение между различните платформи, като се анализират дизайнните на алгоритми, подходящи за паралелизация. Прави се оценка на ефективността и ускорението на паралелни имплементации.

2. Необходими предварителни знания

- Базови познания в рамките на стандартните университетски курсове по алгоритми
- Базови знания по програмиране на C/C++ или Fortran

3. Компетентности, придобити в резултат на обучението

Знания и умения за разработване на паралелни програми чрез различни програмни интерфейси. Умения за оценяване на ефективността на паралелен алгоритъм.

4. Тематично съдържание

№	тема	брой часове лекции	брой часове практически упражнения
1	Паралелно програмиране - терминология, основни концепции, архитектури и тенденции	1	1
2	Проектиране на паралелни програми - разделяне, комуникация, натрупване, разпределяне	2	1
3	Оценка на ефективността - метрики и гранулярност, закон на Amdahl	2	2
4	Message Passing Interface (MPI) - основни концепции и възможности	2	2
5	MPI - комуникация точка до точка: блокираща и неблокираща комуникация, колективна комуникация, синхронизация	2	3
6	GPU изчислителен модел - особености и архитектура, хардуерна организация	1	1
7	Compute Unified Device Architecture (CUDA) - паралелни функции, организация на нишки и данни	2	3
8	Open Multi-Processing (OpenMP) - организация на процесите, достъп до данните, синхронизация, offload модел на работа	2	2
9	Streaming SIMD Extensions (SSE, SSE2, SSE3, SSE4) и Advanced Vector Extensions (AVX, AVX2, AVX512)	3	2
10	Паралелна реализация на алгоритми - базови алгоритми на линейната алгебра, сортиращи алгоритми	3	3

5. Конспект

1. Паралелно програмиране – терминология, основни концепции, архитектури и тенденции.
2. Проектиране на паралелни програми - разделяне, комуникация, натрупване, разпределяне.
3. Оценка на ефективността - гранулярност, закон на Amdahl.
4. Message Passing Interface (MPI) - основни концепции и възможности.
5. MPI - комуникация точка-до-точка: блокираща и неблокираща комуникация.
6. MPI - колективна комуникация, синхронизация.

7. GPU изчислителен модел - особености и архитектура, хардуерна организация.
8. Compute Unified Device Architecture (CUDA) - паралелни функции, организация на нишки и данни.
9. Дискретни трансформации с CUDA и GPU.
10. Open Multi-Processing (OpenMP) - организация на процесите, достъп до данните, синхронизация.
11. OpenMP и хетерогенни системи - offload модел на работа.
12. Streaming SIMD Extensions (SSE).
13. Advanced Vector Extensions (AVX).
14. Паралелна реализация на базови алгоритми на линейната алгебра, формат на представяне на данните.
15. Паралелна реализация на сортиращи алгоритми.
16. Комбиниране на различни инструменти за паралелизиране на алгоритми.

6. Препоръчана литература:

1. Designing and Building Parallel Programs, Ian Foster.
2. Introduction to Parallel Computing, Ananth Grama, Anshul Gupta, George Karypis, Vipin Kumar, Addison Wesley, 2003.
3. CUDA by Example: An Introduction to General-Purpose GPU Programming, Sanders, J., Kandrot, E., 2010, ISBN-10: 0-13-138768-5
4. The CUDA Handbook, A Comprehensive Guide to GPU Programming, Wilt, N., 2013, ISBN-10: 0-321-80946-7.
5. Comparison of OpenMP & OpenCL Parallel Processing Technologies, Thouti, K., Sathe, S. R., International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), 3, 4 (2012), 56–61.
6. Parallel, Programming in OpenMP, Chandra, R., Dagum, L., Kohr, D., Maydan, D., McDonald, J., Menon, R., Morgan Kaufmann Publishers, 2000
7. Intel AVX Intrinsics Guide for AVX, definition of specific intrinsics.
8. Performance optimization on modern processor architecture through vectorization, Yong Fu, 2016.

7. Ресурсно осигуряване на обучението:

Няма.

8. Критерии за оценка

Изпитът е с продължителност 4 часа и се състои от две части – писмен и устен.

На писмения изпит докторантът развива своите идеи и концепции по два въпроса от конспекта.

На устния изпит докторантът отговаря на зададени от журито въпроси, свързани с темата на курса.

Крайната оценка е от 2 до 6 (с точност до 0.5).

Тя се формира на базата на следното съответствие:

Отличен (6)	Мн.добър (5)	Добър (4)	Среден (3)	Слаб (2)
Отлично владее материала. Изложението е изчерпателно, последователно, компетентно, логично и хармонично. Правилно обосновава предлаганите решения, знае как да обобщава и излага материала без да прави грешки. Притежава необходимите умения за изпълнение на практически задачи.	Познава материала. Излага го правилно без да допуска съществени неточности. Може правилно да прилага теоретични принципи и притежава необходимите умения за изпълнение на практически задачи.	Владее голяма част от материала, но допуска неточности при изложението и отговорите на въпросите. Има известни неясноти при опитите за прилагане на материала в практически ситуации.	Владее само част от материала, но се затруднява в отделните детайли. Допуска неточности във формулировките и нарушава последователността при представянето на материал. Има затруднения при изпълнение на практически задачи.	Не познава значителна част от материала, допуска съществени грешки и с големи трудности изпълнява практически задачи.

Учебната програма е обсъдена и одобрена на заседание на секция „Математически основи на информатиката“ на 09.02.2021 г.

Ръководител секция:

(доц. д-р Христо Костадинов)

Учебната програма е разгледана от Директорския съвет на ИМИ-БАН на 18.02.2021 г. (протокол № 7).

Учебната програма е приета от Научния съвет на ИМИ-БАН на 19.02.2021 г. (протокол № 4).