

**СИЛЛАБУС**

Осенний семестр 2024-2025 уч. год

по образовательной программе «7М06106 – Математическое и компьютерное моделирование»

ID и наименование дисциплины	Самостоятельная работа обучающегося (СРО)	Кол-во кредитов			Общее кол-во кредитов	Самостоятельная работа обучающегося под руководством преподавателя (СРОП)
		Лекции (Л)	Практ. занятия (ПЗ)	Лаб. занятия (ЛЗ)		
92043 Современные технологии параллельного программирования	3	1,7		3,3	5	7

**АКАДЕМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ДИСЦИПЛИНЕ**

Формат обучения	Цикл, компонент	Типы лекций	Типы практических занятий	Форма и платформа итогового контроля
Оффлайн	Теоретический	Устная	Написание кодов параллельных программ	Экзамен: устный
Лектор - (ы)	Темирбеков Нурлан Муханович			
e-mail:	temirbekov@rambler.ru			
Телефон:	87010765595			
Ассистент- (ы)	Темирбеков Нурлан Муханович			
e-mail:	temirbekov@rambler.ru			
Телефон:	87010765595			

**АКАДЕМИЧЕСКАЯ ПРЕЗЕНТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

РО составлять по когнитивным (1-2), функциональным (2-3), системным (1-2) компетенциям, всего 4-5.  
 РО на уровне бакалавриата должны отражать академические навыки обучающегося, формируемые через учебные проектные исследования.  
 РО на уровне магистратуры и докторантуры должны демонстрировать вовлеченность в научно-исследовательскую работу: способность проводить исследования и распространять его результаты.  
 Виды и количество компетенции (из 5) составляются с учетом уровня обучения.

Цель дисциплины	Ожидаемые результаты обучения (РО)* В результате изучения дисциплины обучающийся будет способен:	Индикаторы достижения РО (ИД) (на каждый РО не менее 2-х индикаторов)
Целью преподавания данной дисциплины является научить магистрантов ОП «Математическое и компьютерное моделирование» создавать коды параллельных программ на основе технологии MPI на языке Python и развитие навыков проведения вычислительного эксперимента на высокопроизводительных компьютерах.	1. <i>Знает</i> и <i>умеет создавать</i> параллельные программы на основе технологии MPI для численного решения задач линейной алгебры, дифференциальных уравнений и математической физики	1.1. <i>Знает</i> методы численного решения математических задач
		1.2. <i>Умеет</i> составлять алгоритмы численного решения задач линейной алгебры, дифференциальных уравнений и математической физики
		1.3. <i>Умеет</i> составлять параллельные алгоритмы технологией MPI для численного решения задач линейной алгебры, дифференциальных уравнений и математической физики
		1.4. <i>Умеет</i> составлять параллельные алгоритмы технологией MPI для численного решения прикладных задач
		1.5. <i>Умеет</i> составлять коды параллельных программ на основе директив MPI
		1.6. <i>Умеет</i> определять скорость вычисления параллельного алгоритма с проведением вычислительного эксперимента на высокопроизводительных компьютерах

	<p>2 <i>Знает и умеет</i> составлять параллельные программы на основе технологии MPI для численного решения задач математической физики.</p> <p>3. <i>Знает</i> виртуальные технологии. Декартовы технологии.</p> <p>4. <i>Знает и умеет</i> пользоваться асинхронными операциями для приема-передачи сообщений между различными MPI - процессами.</p>	<p>2.1. <i>Знает:</i> численные методы решения задач математической физики.</p> <p>2.2. <i>Умеет</i> составлять алгоритмы решения задач математической физики</p> <p>2.3. <i>Умеет</i> составлять параллельные алгоритмы для решения задач математической физики на основе технологии MPI.</p> <p>2.4. <i>Умеет</i> составлять коды программ для численного решения задач математической физики.</p> <p>2.5 <i>Умеет</i> составлять коды параллельных программ для численного решения задач математической физики на основе технологии MPI.</p> <p>2.7 <i>Умеет</i> определять скорость вычисления параллельного алгоритма с проведением вычислительного эксперимента на высокопроизводительных компьютерах</p> <p>3.1. <i>Знает</i> инструмент повышения эффективности программной реализации параллельного алгоритма который создает виртуальные</p> <p>3.2. <i>Знает</i> как организовать и определить логические связи между процессорами используя виртуальные технологии</p> <p>3.3. <i>Знает</i> базовые функции для работы с декартовой топологией</p> <p>3.4. <i>Умеет</i> пользоваться функциями взаимодействия между отдельными процессами Sendrecv и Sendrecv_replace</p> <p>4.1. <i>Знает</i> необходимость использования асинхронных операций</p> <p>4.2. <i>Знает</i> и умеет различать процессы в топологии линейка, кольцо, двумерная сетка, двумерный тор.</p> <p>4.3. <i>Умеет</i> использовать алгоритмы которые основаны MPI – процессы с различной топологией для передачи сообщения одному из соседей и получать сообщения от одного из них.</p> <p>4.4 <i>Умеет</i> пользоваться встроенными в пакет функциями для реализации асинхронных операций при особенностях обычных Send b Recv.</p>
Преквизиты	Алгоритмические языки Python, C++, Численные методы, Основы математического моделирования	
Постреквизиты	После освоения курса студент самостоятельно может применить параллельные вычисления в решении больших прикладных задач в рамках магистерской диссертаций	
Литература и ресурсы**	<p><b>Литература и ресурсы</b>  <b>Основная:</b>  1) Antonov A.S. Technology Parallel Programming MPI &amp; OpenMP: Proc. Benefit Pre.: VA Sadovnichy, - M: Moscow State University, 2012. – 344p.  2) Antonov A.S. Introduction to parallel programming. – Toolkit. – M.: RCC MSU, 2002, - 69p.  3) High-performance computing on custers. – Tutorial./ Ed. A.V. Starchenko.-Tomsk: Publishing house of Tom. University Press, 2008. – 198 p.  4) Antonov A.S. Parallel programming using MPI technology. Moscow State University, 2004. -71p.  5) Nemnyugin M.A., Stesik O.L. Modern Fortran. Teach. -SPb.: BHV – Peterburge, 2004. – 496p.</p>	

	<p>Интернет ресурсы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <a href="http://elibrary.kaznu.kz/ru">http://elibrary.kaznu.kz/ru</a></li> <li>2) <a href="https://www.openmp.org/resources/openmp-books/">https://www.openmp.org/resources/openmp-books/</a>;</li> <li>3) <a href="https://parallel.ru/tech/tech_dev/mpi.html">https://parallel.ru/tech/tech_dev/mpi.html</a>;</li> <li>4) <a href="https://www.mpich.org/documentation/guides/">https://www.mpich.org/documentation/guides/</a></li> <li>5) <a href="https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/topics/high-performance-computing">https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/topics/high-performance-computing</a></li> </ol>		
<p><b>Академическая политика дисциплины</b></p>	<p>Академическая политика дисциплины определяется Академической политикой и Политикой академической честности КазНУ имени аль-Фараби. Документы доступны на главной странице ИС Univer.</p> <p>Интеграция науки и образования. Научно-исследовательская работа студентов, магистрантов и докторантов – это углубление учебного процесса. Она организуется непосредственно на кафедрах, в лабораториях, научных и проектных подразделениях университета, в студенческих научно-технических объединениях. Самостоятельная работа обучающихся на всех уровнях образования направлена на развитие исследовательских навыков и компетенций на основе получения нового знания с применением современных научно-исследовательских и информационных технологий. Преподаватель исследовательского университета интегрирует результаты научной деятельности в тематику лекций и семинарских (практических) занятий, лабораторных занятий и в задания СРОП, СРО, которые отражаются в силлабусе и отвечают за актуальность тематик учебных занятий и заданий.</p> <p>Посещаемость. Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов.</p> <p>Академическая честность. Практические/лабораторные занятия, СРО развивают у обучающегося самостоятельность, критическое мышление, креативность. Недопустимы плагиат, подлог, использование шпаргалок, списывание на всех этапах выполнения заданий. Соблюдение академической честности в период теоретического обучения и на экзаменах помимо основных политик регламентируют «Правила проведения итогового контроля», «Инструкции для проведения итогового контроля осеннего/весеннего семестра текущего учебного года», «Положение о проверке текстовых документов обучающихся на наличие заимствований».</p> <p>Документы доступны на главной странице ИС Univer.</p> <p>Основные принципы инклюзивного образования. Образовательная среда университета задумана как безопасное место, где всегда присутствуют поддержка и равное отношение со стороны преподавателя ко всем обучающимся и обучающимся друг к другу независимо от гендерной, расовой/ этнической принадлежности, религиозных убеждений, социально-экономического статуса, физического здоровья студента и др. Все люди нуждаются в поддержке и дружбе ровесников и сокурсников. Для всех студентов достижение прогресса скорее в том, что они могут делать, чем в том, что не могут. Разнообразие усиливает все стороны жизни.</p> <p>Все обучающиеся, особенно с ограниченными возможностями, могут получать консультативную помощь по телефону/ e-mail внесите контакты преподавателя либо посредством видеосвязи в MS Teams внесите постоянную ссылку на собрание.</p> <p>Интеграция МООС (massive open online course). В случае интеграции МООС в дисциплину, всем обучающимся необходимо зарегистрироваться на МООС. Сроки прохождения модулей МООС должны неукоснительно соблюдаться в соответствии с графиком изучения дисциплины. <b>ВНИМАНИЕ!</b> Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины, а также в МООС. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов.</p>		
<b>ИНФОРМАЦИЯ О ПРЕПОДАВАНИИ, ОБУЧЕНИИ И ОЦЕНИВАНИИ</b>			
<p><b>Бально-рейтинговая буквенная система оценки учета учебных достижений</b></p>			<p><b>Методы оценивания</b></p>
<p>Оценка</p>	<p>Цифровой эквивалент баллов</p>	<p>Баллы, % содержание</p>	<p>Оценка по традиционной системе</p>
<p>A</p>	<p>4,0</p>	<p>95-100</p>	<p>Отлично</p>
<p>A-</p>	<p>3,67</p>	<p>90-94</p>	
<p>B+</p>	<p>3,33</p>	<p>85-89</p>	<p>Хорошо</p>
<p><b>Критериальное оценивание</b> – процесс соотнесения реально достигнутых результатов обучения с ожидаемыми результатами обучения на основе четко выработанных критериев. Основано на формативном и суммативном оценивании.</p> <p><b>Формативное оценивание</b> – вид оценивания, который проводится в ходе повседневной учебной деятельности. Является текущим показателем успеваемости. Обеспечивает оперативную взаимосвязь между обучающимся и преподавателем. Позволяет определить возможности обучающегося, выявить трудности, помочь в достижении наилучших результатов, своевременно корректировать преподавателем образовательный процесс. Оценивается выполнение заданий, активность работы в аудитории во время лекций, семинаров, практических занятий (дискуссии, викторины, дебаты, круглые столы, лабораторные работы и т. д.). Оцениваются приобретенные знания и компетенции.</p> <p><b>Суммативное оценивание</b> – вид оценивания, который проводится по завершению изучения раздела в соответствии с программой дисциплины. Проводится 3-4 раза за семестр при выполнении СРО. Это оценивание</p>			

				освоения ожидаемых результатов обучения в соответствии с дескрипторами. Позволяет определять и фиксировать уровень освоения дисциплины за определенный период. Оцениваются результаты обучения.
B	3,0	80-84		<b>Формативное и суммативное оценивание</b> Преподаватель вносит свои виды оценивания либо использует предложенный вариант
				<b>Баллы % содержание</b> Преподаватель вносит свою разбалловку в пункты в соответствии с календарем (графиком). Не изменяются экзамен и итоговый балл по дисциплине.
B-	2,67	75-79		Активность на лекциях
C+	2,33	70-74		Работа на практических занятиях
C	2,0	65-69	Удовлетворительно	Самостоятельная работа
C-	1,67	60-64		Проектная и творческая деятельность
D+	1,33	55-59		Итоговый контроль (экзамен)
D	1,0	50-54		ИТОГО
FX	0,5	25-49	Неудовлетворительно	
F	0	0-24		

Календарь (график) реализации содержания дисциплины. Методы преподавания и обучения.

Неделя	Название темы	Кол-во часов	Макс. балл***
<b>Модуль 1. Введение в параллельное программирование</b>			
1	Л1. Краткая история параллелизма в архитектуре ЭВМ. Четыре основных направления развития современной высокопроизводительной вычислительной техники.	1	
	ЛЗ 1. Первая программа MPI на Python для нескольких процессов. Программа Hello World	2	3
	ЛЗ 2. Установка необходимых инструментов MPI и Python (Jupyter Notebook)		
2	Л2. Моделирование и анализ параллельных вычислений. Основные показатели параллельных вычислений – скорость, эффективность, стоимость, и масштабируемость. Топология методов в коммуникабельной среде.	1	
	ЛЗ 3. Код программы с многими процессами и разными инструкциями.	2	7
	ЛЗ 4. Запуск программы командой mpiexec через командную строку. Изменение расширения программы в Python из irunb в ru		
3	ЛЗ. Два процесса передачи сообщений: отправитель и получатель.	1	
	ЛЗ 5. Примеры использования процедур Send и Recv.	2	7
	ЛЗ 6. Изучение значений параметров в comm.Send и comm.Recv		
	СРС 1. Моделирование и анализ параллельных решателей. Написание и защита реферата.		*
4	Л4. Поиск независимых вычислений для распараллеливания алгоритма.	1	
	ЛЗ 7. Алгоритм распараллеливания формулы трапеций для вычисления определенного интеграла	2	7
	ЛЗ 8. Вопрос распределения равномерной нагрузки процессам. Балансировка нагрузки.		
	СРСП. Контрольная работа по теме «Обработка параллельных методов в базе данных».		30
5	Л5. Древовидная структура коммуникаций в параллельных вычислениях	1	
	ЛЗ 9. Вычисление определенного интеграла с применением итогового суммирования на корневом процессе.	2	7
	ЛЗ 10. Процедуры Reduce и AllReduce		
<b>Модуль 2 Параллельные методы в обработке матриц и векторов</b>			
6	Л6. Последовательная и параллельная реализация вычисления скалярного произведения векторов с применением MPI на Python	1	
	ЛЗ 11. Итерационные методы решения СЛАУ	2	7
	ЛЗ 12. Итерационные методы решения СЛАУ с чебышевским набором параметров		
7	Л7. Параллельное умножение матрицы на вектор с использованием MPI на Python. Операции с группами процессов и коммуникаторами.	1	
	ЛЗ 13. Параллельный алгоритм в решении СЛАУ методом Гаусса	2	7
	ЛЗ 14. Параллельный алгоритм в решении СЛАУ методом прогонки		
	СРСП 2. «Параллельные алгоритмы в решении СЛАУ»		25
РК 1			100

8	Л8. Параллельный алгоритм умножения транспонированной матрицы на вектор	1	
	ЛЗ 15. Последовательный алгоритм в решении СЛАУ методом сопряженных градиентов.	2	
	ЛЗ 16. Параллельный алгоритм в решении СЛАУ методом сопряженных градиентов с применением MPI на Python		
	СРС 2.«Гауссовские процессы. Винеровский процесс». Написание реферата и защита.		7
9	Л9. Подходы к распараллеливанию алгоритмов решения задач для уравнений в частных производных (одномерный случай)	1	
	ЛЗ 17. Пример численного решения уравнения параболического типа последовательным алгоритмом.	2	7
	ЛЗ 18. Пример численного решения уравнения параболического типа параллельным алгоритмом.		
10	Л10. Подходы к распараллеливанию алгоритмов решения задач для уравнений в частных производных (двумерный случай).	1	
	ЛЗ 19. Пример численного решения двумерного нестационарного уравнения параболического типа последовательным алгоритмом.	2	7
	ЛЗ 20. Пример численного решения двумерного нестационарного уравнения параболического типа параллельным алгоритмом.		
	СРСП 3. Коллоквиум по теме «Параллельные методы численного решения задач математической физики».		10
<b>Модуль 3. Асинхронные операции. Технология гибридного параллельного программирования.</b>			
11	Л11. Асинхронные операции.	1	
	ЛЗ 21.Решение задачи на разделения области с налеганием последовательным алгоритмом	2	7
	ЛЗ 22.Решение задачи на разделения области с налеганием параллельным алгоритмом		
12	Л12. Применение асинхронных операции для примера с двумерной сеткой MPI процессов	1	
	ЛЗ 23. Решение задачи на разделения области без налегания последовательным алгоритмом.	2	7
	ЛЗ 24. Решение задачи на разделения области без налегания параллельным алгоритмом.		
13	Л13. Технологии гибридного параллельного программирования	1	
	ЛЗ 25. Решение задачи для уравнений эллиптического типа методом фиктивных областей	2	7
	ЛЗ 26. Решение задачи для уравнений эллиптического типа методом фиктивных областей с применением MPI		
	СРС3. О технологиях гибридного параллельного программирования. Написание реферата и защита.		14
14	Л14. Эффективность и масштабируемость параллельных программ.	1	
	ЛЗ 27. Численное решение модели газлифтного процесса добычи нефти	2	7
	ЛЗ 28. Численное решение модели газлифтного процесса добычи нефти с применением MPI		
15	Л15. Причины плохой масштабируемости параллельных программ.	1	
	ЛЗ 29. Математические модели каталитических нейтрализаторов автомобилей.	2	7
	ЛЗ 30. Математические модели каталитических нейтрализаторов автомобилей.		
	СРСП 4. Контрольная работа и консультация по подготовке к экзаменационным вопросам.		30
ПК 2			100

Декан

Председатель Академического комитета  
по качеству преподавания и обучения

Заведующий кафедрой

Лектор

Досжан Н.С.

Ахметова Б.И.

Маусумбекова С.Д.

Темирбеков Н.М.



*Handwritten signature*

№	Критерий/ балл	Дескрипторы			
		Отлично 90–100% (36–40 баллов)	Хорошо 70–89% (35–28 баллов)	Удовлетворительно 50–69% (27–20 баллов)	Неудовлетворительно 25–49% (19–10 баллов) 0–24% (0–9 баллов)
3 35баллов	Оценивание и анализ применимости выбранной методики к предложенному практическому заданию, обоснование полученного результата	Последовательное, логичное и правильное обоснование научных положений и примененной методики и технологии, грамотность, соблюдение норм научного языка, допускаются 1-2 неточности в изложении материала, которые не влияют на верные в целом выводы (+визуализация результатов обоснования посредством графических данных).	Допускаются 3-4 неточности в использовании понятийного материала, незначительные неточности в обобщениях и выводах, которые не влияют на хороший общий уровень выполнения задания.	Выводы по применимости обоснованных научных положений неконкретны и неубедительны, имеются стилистические и грамматические ошибки, а также неточности в обработке результатов практического решения	Задание выполнено с грубыми ошибками, ответы на вопросы неполные, понятийный материал и аргументация использованы слабо.  Задание не выполнено, отсутствуют ответы на поставленные вопросы, материалы и инструменты анализа не использованы. Нарушение Правил проведения итогового контроля.

Экзаменационные билеты состоят из 3 вопросов. Для правильно выполненных заданий максимально-100 баллов, из них: на первый вопрос – 30 баллов, на второй вопрос-35 баллов, на третий вопрос - 35 баллов.

**РУБРИКАТОР СУММАТИВНОГО ОЦЕНИВАНИЯ**  
**КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ**  
**ПОЛИТИКА ОЦЕНИВАНИЯ**  
**БАК/МАГ/ДОК СТАНДАРТНЫЙ ЭКЗАМЕН: УСТНО**

№	Критерий/ балл	Дескрипторы				Неудовлетворительно 0-24% (0-7 баллов)
		Отлично 90-100% (27-30 баллов)	Хорошо 70-89% (21-26 баллов)	Удовлетворительно 50-69% (15-20 баллов)	Неудовлетворительно 25-49% (8-14 баллов)	
1 вопрос 30 баллов	Знание и понимание теории и концепции курса	Оценка «отлично» выставляется за ответ, который содержит исчерпывающее раскрытие вопроса, развернутую аргументацию каждого вывода и утверждения, построен логично и последовательно, подкреплен примерами из разработанных тем аудиторных занятий.	Оценка «хорошо» выставляется за ответ, который содержит полное, но не исчерпывающее освещение вопроса, сокращенную аргументацию основных положений, допускает нарушение логики и последовательности изложения материала. В ответе допускаются стилистические ошибки, неточное употребление терминов.	Оценка «удовлетворительно» выставляется за ответ, который содержит неполное освещение предложенных в билете вопросов, поверхностно аргументирует основные положения, в изложении допускает композиционные диспропорции, нарушения логики и последовательности изложения материала, не иллюстрирует теоретические положения примерами из разработанных конспектов аудиторных	Неправильное освещение поставленных вопросов, ошибочная аргументация, фактические и речевые ошибки, допущения неверного заключения.	Незнание основных понятий, теорий ...; Нарушение Правил проведения итогового контроля.
2 вопрос 35 баллов	Применение избранной методики и технологии к конкретным практическим заданиям	Полное выполнение учебного задания, развернутый, аргументированный ответ на поставленный вопрос с последующим решением практических задач курса;	Частичное выполнение учебного задания, неполный, местами аргументированный ответ на поставленный вопрос с неполным решением практических задач курса; неграмотное использование норм научного языка по курсу;	Материал излагается фрагментарно, с нарушением логической последовательности, допущены фактические и смысловые неточности, теоретические знания курса использованы поверхностно.	Нерациональный метод решения задания или недостаточно продуманный план ответа; неумение решать задания, выполнять задания в общем виде; допущение ошибок и недочетов, превосходящее норму.	Неумение применять знания, алгоритмы для решения заданий; неумение делать выводы и обобщения. Нарушение Правил проведения итогового контроля.