

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»

УТВЕРЖДЕНО  
решением  
Ученого совета ННГУ  
протокол от  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_ г. № \_\_\_\_

**Рабочая программа дисциплины**

Суперкомпьютерные технологии

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.04.02 Физика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

магистерская программа "Квантовые и нейроморфные технологии"

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

магистр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Год начала обучения

2023

(для обучающихся какого года начала обучения разработана Рабочая программа)

Нижегород

## **1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Суперкомпьютерные технологии» относится к вариативной части Б1.В блока Б1 «Дисциплины (модули)», является обязательной к освоению, преподается на первом году обучения, в первом семестре.

Целью освоения дисциплины «Суперкомпьютерные технологии» является освоение следующих фундаментальных положений: основные идеи распараллеливания вычислений при моделировании физических задач, организация операционных систем, методы передачи данных, работа на распределенных вычислительных системах. Одна из задач спецкурса состоит в изучении параллельных вычислений, процессов обработки данных на многопроцессорных комплексах, в которых одновременно могут выполняться несколько операций *компьютерной системой*.

## **2. Структура и содержание дисциплины**

Объем дисциплины «Суперкомпьютерные технологии» составляет 5 зачетных единиц, всего 144 часа, из которых 50 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (2 часа – мероприятия промежуточной аттестации; 16 часов занятия лекционного типа, 32 часа занятия семинарского типа (практические занятия), в том числе 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости), 94 часа составляет самостоятельная работа обучающегося (58 часов самостоятельная работа в течение семестра, 36 часов самостоятельная работа при подготовке к промежуточной аттестации).

Содержание дисциплины «Суперкомпьютерные технологии»

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа в течение семестра, часы
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) в течение семестра, часы, из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
<b>1. Параллельные вычисления.</b> Основные идеи распараллеливания вычислений при моделировании физических задач, организация операционных систем, методы передачи данных, работа на распределенных вычислительных системах. Параллельные процессы обработки данных, в которых одновременно могут выполняться несколько операций <i>компьютерной системы</i> . Суперкомпьютер. Изучение вычислительных систем, обладающих предельными характеристиками по производительности. Кластеры, мультипроцессоры и мультимпьютеры. Современная архитектура.	60	8	16	–	24	36
<b>2. Стандарты OpenMP и MPI.</b> Передача данных. Стандарты OpenMP и MPI. Практикум на компьютере. Решение базовых задач MPI и OpenMP. Структура кластера НИФИ ННГУ. Программирование тестовых физических задач применения.	33	4	8	–	12	21
<b>3. Двумерная задача рассеяния.</b> Пример: решение задачи рассеяния в квантовой механике. S-матрица. Метод численного решения задачи рассеяния. Задача рассеяния в двумерной системе. Метод численного решения трехмерного уравнения Шредингера. Оценка ускорения. Практическая реализация на суперкомпьютере «Лобачевский».	30	4	8	–	12	18
<b>В т.ч. текущий контроль</b>	2	2				–

### 3. Образовательные технологии

- 1) Чтение лекций;
- 2) сопровождение лекций написанием и выводом формул, построением графиков, изображением рисунков на доске;
- 3) сопровождение лекций презентациями;
- 4) методика «вопросы и ответы»;
- 5) индивидуальная работа над практическим заданием;
- 6) работа в парах над практическим заданием.

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся предполагает изучение конспектов лекций, выделенных разделов основной литературы, а также дополнительной литературы, выполнение практических заданий, отвечающих изучаемым разделам дисциплины, подготовку к промежуточной аттестации.

Перечень основной и дополнительной литературы для самостоятельного изучения приведен в п. 7 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации, примеры практических заданий приведены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

### 5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p><b>ПК-1</b></p> <p>Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта</p>	<p>(ПК-1) <b>Знать</b> принципы применения аппарата суперкомпьютерных технологий в приложении к практическим задачам в рамках профессиональной деятельности.</p> <p>(ПК-1) <b>Уметь</b> формулировать практические задачи в рамках профессиональной деятельности, требующие применения аппарата суперкомпьютерных технологий.</p> <p>(ПК-1) <b>Владеть</b> навыками постановки и решения основных типов задач суперкомпьютерных технологий, требующимися для решения практических задач в рамках профессиональной деятельности.</p>

## **6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

Промежуточной аттестацией для дисциплины «Суперкомпьютерные технологии» является **экзамен**.

По итогам экзамена выставляется оценка по семибалльной шкале: оценки «Плохо» и «Неудовлетворительно» означают отсутствие аттестации, оценки «Удовлетворительно», «Хорошо», «Очень хорошо», «Отлично» и «Превосходно» выставляются при успешном прохождении аттестации.

### **6.2. Процедуры и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине**

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- индивидуальное собеседование (промежуточная аттестация).

Контрольные вопросы для индивидуального собеседования представлены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков используются следующие процедуры и технологии:

- выполнение практических заданий (текущий контроль, промежуточная аттестация).

Примеры практических заданий для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Критериями оценивания на зачете являются наличие умений и владений (навыков), перечисленных в п. 5 настоящей Рабочей программы дисциплины. Критериями оценивания на экзамене являются полнота знаний, наличие умений и владений (навыков), перечисленных в п. 5 настоящей Рабочей программы дисциплины.

**«Не зачтено»** – обучающийся не показал минимально допустимый уровень умений и навыков выполнения практических заданий;

**«Зачтено»** – обучающийся успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий базового уровня сложности;

**«Плохо»** – обучающийся не продемонстрировал никаких знаний об основных теоретических разделах курса, не показал никаких умений и навыков выполнения практических заданий;

**«Неудовлетворительно»** – обучающийся не продемонстрировал представления об основных теоретических разделах курса, не показал минимально допустимый уровень умений и навыков выполнения практических заданий;

**«Удовлетворительно»** – обучающийся продемонстрировал изложение формулировок основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий базового уровня сложности;

**«Хорошо»** – обучающийся продемонстрировал связное изложение основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения стандартных практических заданий;

**«Очень хорошо»** – обучающийся продемонстрировал связное изложение практически всех теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения стандартных практических заданий;

**«Отлично»** – обучающийся продемонстрировал связное изложение всех теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий повышенного уровня сложности;

**«Превосходно»** – обучающийся продемонстрировал уровень знаний в объеме, превышающем стандартную программу подготовки, и продемонстрировал творческий подход к выполнению практических заданий повышенного уровня сложности.

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

6.3.1. При проведении промежуточной аттестации обучающимся предлагаются следующие контрольные вопросы, охватывающие программу дисциплины «Суперкомпьютерные технологии»:

1. Основные идеи распараллеливания вычислений при моделировании физических задач
2. Организация операционных систем
3. Методы передачи данных.
4. Работа на распределенных вычислительных системах.

5. Стандарт OpenMP.
6. Стандарт MPI.
7. Структура кластера НИФТИ ННГУ.
8. Решение задачи рассеяния в квантовой механике.  $S$ -матрица.
9. Численное решение двумерного уравнения Шредингера.
10. Численное решение трехмерного уравнения Шредингера.

6.3.2. Примеры практических заданий для практических занятий, самостоятельной работы обучающихся, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации:

1. Численное решение одномерной задачи рассеяния на прямоугольном потенциальном барьере.
2. Численное решение одномерной задачи рассеяния на прямоугольной потенциальной яме.
3. Численное решение двумерной задачи рассеяния на потенциальной яме.
4. Численное решение двумерной задачи рассеяния на потенциальном барьере.
5. Численное решение двумерного уравнения Шредингера в пустом пространстве.
6. Численное решение двумерного уравнения Шредингера в прямоугольном бильярде.
7. Численное решение трехмерного уравнения Шредингера в пустом пространстве.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 №55-ОД.
2. Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Гергель В.П., Баркалов К.А., Мееров И.Б., Сысоев А.В., Бахраков С.И. Параллельные вычисления. Технологии и численные методы: учеб. пособие : в 4 т. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ. – 2013.  
Т. 1 – 239 с.  
Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 4 экз.

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=455874>.

Т. 2 – 367 с.

Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 4 экз.

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=455875>.

Т. 3 – 415 с.

Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 4 экз.

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=455876>.

Т. 4 – 369 с.

Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ: 4 экз.

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=455877>.

2. Воеводин В.В. – Вычислительная математика и структура алгоритмов: 10 лекций о том, почему трудно решать задачи на вычисл. системах параллел. архитектуры и что надо знать дополнительно, чтобы успешно преодолевать эти трудности : учеб. для студентов. – М. – 2010.

Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ – 4 экз.

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=445262>.

3. Денисенко М.В., Сатанин А.М. – Применение гетерогенных вычислительных систем и технологии CUDA для моделирования физических процессов. – Электронное учебно-методическое пособие. – Н. Новгород: Нижегородский государственный университет, 2012. – 53 с.

Свободный доступ:

[http://www.unn.ru/books/met\\_files/denisenko\\_satanin.doc](http://www.unn.ru/books/met_files/denisenko_satanin.doc).

**б) дополнительная литература:**

1. Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления дл многоядерных многопроцессорных систем. Учебное пособие – Нижний Новгород; Изд-во ННГУ им. Н.И.Лобачевского, 2010.

Свободный доступ: <http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2010/7.pdf>.

2. Мультипроцессорные системы и параллельные вычисления. – М.: Мир, 1976. – 383 с.

Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ – 2 экз.

<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=261115>.

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1) пакеты символьной математики Wolfram Mathematica и MathWorks MATLAB;

2) Интернет-ресурсы Фундаментальной библиотеки ННГУ  
<http://www.lib.unn.ru/>.

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническое обеспечение дисциплины обусловлено наличием учебных аудиторий для проведения занятий, оборудованных



специализированной мебелью, меловыми или магнитно-маркерными досками для представления учебной информации большой аудитории. Ресурс мела и маркеров для доски в учебных аудиториях регулярно возобновляется.

Учебные аудитории могут быть при необходимости оснащены демонстрационным оборудованием для сопровождения учебных занятий презентациями.

Для практических занятий, связанных с работами на персональных компьютерах, используются терминал-классы, оборудованные в соответствии с требованиями охраны труда.

ННГУ обеспечен всем необходимым программным обеспечением для проведения практических занятий, связанных с работами на персональных компьютерах.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (на базе Фундаментальной библиотеки ННГУ) оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Автор(ы):

доцент кафедры физического  
материаловедения физического  
факультета,

к. ф.-м. н. \_\_\_\_\_ / Бастракова М.В. /

Рецензент(ы):

Зав. кафедрой теоретической физики  
физического факультета,

д. ф.-м. н., доцент \_\_\_\_\_ / Бурдов В.А. /

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии  
физического факультета ННГУ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ года, протокол  
№ б/н.

Председатель  
Учебно-методической комиссии  
физического факультета ННГУ

\_\_\_\_\_ / Перов А.А. /