

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол от «17» марта 2021 г. №5

Зав. кафедрой  Вахитов Р.М.

Согласовано:  
Председатель УМК  
физико-технического института

 /Балапанов М.Х.

### Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ  
(наименование дисциплины)

базовая дисциплина (Б1.О.06 Обязательная часть)

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

### программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)

03.04.02 – Физика

(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

Цифровые технологии в физике функциональных материалов

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

Магистр

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)

доцент, к.ф.-м.н

(должность, ученая степень, ученое звание)



Фахретдинов М.И.

(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021

Составитель / составители: к.ф.-м.н. Фахретдинов М.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики  
протокол от «17» марта 2021 г. №5.

Заведующий кафедрой  / Вахитов Р.М. /

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - <i>(Приложение №1)</i>	5 (16)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	5
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	5
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	7
4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости) <i>Приложение № 2.</i>	12 (19)
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	13
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	13
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Применение фундаментальных знаний в профессиональной деятельности	ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	<u>Знать</u> как мыслить применять абстрактное мышление, анализ и синтез
		ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	<u>Уметь</u> владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
		ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	<u>Владеть</u> способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
Владение информационными технологиями	ОПК-3 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знает принципы работы современных информационных технологий	<u>Знать</u> как свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
		ОПК-3.2. Умеет использовать для решения задач профессиональной деятельности современные информационные технологии	<u>Уметь</u> применять абстрактное мышление для анализа и синтеза
		ОПК-3.3. Владеет навыками работы с современными информационными технологиями для решения задач профессиональной деятельности	<u>Владеть</u> навыками и ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
Разработка планов и программ проведения научных исследований, обработка, анализ научно-технической	ПК-1 Способен планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики,	ПК-1-1 Знает перспективные направления фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов	<u>Знать</u> как самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новей-

информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, подготовка отчетов, обзоров, рефератов, по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары;	материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	исследований	шего отечественного и зарубежного опыта
		ПК-1-2 Умеет планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	<u>Уметь</u> самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
		ПК-1-3 Владеет основными навыками планирования и проведения научных исследований по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	<u>Владеть</u> способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Мультипроцессорные цифровые технологии в физике» относится к факультативным дисциплинам. Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

Основной целью дисциплины «Мультипроцессорные цифровые технологии в физике» является ознакомление магистрантов ознакомление студентов с архитектурой и общими методами параллельного программирования многопроцессорных вычислительных систем. Также обучение студентов практическим навыкам параллельного программирования многопроцессорных вычислительных систем.

Для освоения данной дисциплины студенту необходимо освоить предварительно следующие дисциплины: высшая математика – математический анализ, аналитическая геометрия и высшая алгебра, векторный анализ, дифференциальные уравнения; программирование.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции:

ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;

Планируемые результаты обучения (Индикаторы достижения заданного)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)

уровня освоения компетенций)				
ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	Практически не знает	Имеет значительные пробелы в знаниях	Знает почти всё	Знает всё
ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Практически не умеет	Не умеет по значительной части материала дисциплины	Умеет почти всё	Умеет всё
ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Практически не владеет	Не владеет по значительной части материала дисциплины	По существу владеет	Владеет

ОПК-3 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

Планируемые результаты обучения (Индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
	2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-3.1. Знает принципы работы современных информационных технологий	Практически не знает	Имеет значительные пробелы в знаниях	Знает почти всё	Знает всё
ОПК-3.2. Умеет использовать для решения задач профессиональной деятельности современные информационные технологии	Практически не умеет	Не умеет по значительной части материала дисциплины	Умеет почти всё	Умеет всё
ОПК-3.3. Владеет навыками работы с современными информационными технологиями для решения задач профессиональной деятельности	Практически не владеет	Не владеет по значительной части материала дисциплины	По существу владеет	Владеет

ПК-1 Способен планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований

Код и наименование индикатора достижения компетенции Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
	2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-1-1 Знает перспективные направления фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Практически не знает	Имеет значительные пробелы в знаниях	Знает почти всё	Знает всё

ПК-1-2 Умеет планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Практически не умеет	Не умеет по значительной части материала дисциплины	Умеет почти всё	Умеет всё
ПК-1-3 Владеет основными навыками планирования и проведения научных исследований по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Практически не владеет	Не владеет по значительной части материала дисциплины	По существу владеет	Владеет

#### Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

#### 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Оценочные средства
ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	<u>Знать</u> основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	реферат
ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	<u>Уметь</u> решать профессиональные задачи с применением параллельного программирования	реферат

ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	<u>Владеть</u> способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	реферат
ОПК-3.1. Знает принципы работы современных информационных технологий	<u>Знать</u> базовые принципы использования современных информационных технологий в физике и компьютерной техники в профессиональной деятельности;	реферат
ОПК-3.2. Умеет использовать для решения задач профессиональной деятельности современные информационные технологии	<u>Уметь</u> использовать математический аппарат и информационные технологии при решении прикладных задач	реферат
ОПК-3.3. Владеет навыками работы с современными информационными технологиями для решения задач профессиональной деятельности	<u>Владеть</u> методами поиска и обработки информации с применением современных информационных технологий и навыками применения информационных технологий при решении прикладных задач	реферат
ПК-1-1 Знает перспективные направления фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	<u>Знать</u> как самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	реферат
ПК-1-2 Умеет планировать и проводить научные исследования по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	<u>Уметь</u> самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	реферат
ПК-1-3 Владеет основными навыками планирования и проведения научных исследований по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	<u>Владеть</u> навыками и ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	реферат



## Задачи для самостоятельной работы

1. Разработайте параллельный алгоритм вычисления величины:

$$C = \sum_{k=1}^N A_k B_k,$$

где  $A$  и  $B$  – одномерные массивы.

2. . Разработайте параллельный алгоритм перемножения квадратных матриц размера  $N$  :

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^N A_{ik} B_{kj}.$$

3. Найти среднюю длину пути между двумя узлами системы, в которой  $N$  процессоров соединены по топологии «линейка».

4. Чему равно максимальное расстояние между процессорами в топологиях «двумерный тор» и «двумерная решетка»  $M \times N$  ?

5. Конвейерное устройство состоит из пяти ступеней. Времена срабатываний ступеней равны 1, 1, 2, 1 и 3 такта соответственно. С какой максимальной частотой на выходе данного устройства будут появляться результаты, если на его вход аргументы поступают без перебоев? За какое минимальное число тактов может быть выполнено 70 операций?

6. . Конвейерное устройство состоит из  $k$  ступеней, срабатывающих за  $n_1, n_2, \dots, n_k$  тактов соответственно. За какое минимальное число тактов может быть выполнено  $m$  операций на таком устройстве?

7. Рассмотрим несколько алгоритмов перемножения квадратных матриц размера  $N$  считая, что все они помещаются в ОЗУ однопроцессорного компьютера:  $C = A \times B$ .

Первый алгоритм – стандартное правило умножения строки матрицы  $A$  на столбец матрицы  $B$  :

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^N A_{ik} B_{kj}.$$

Второй алгоритм – умножение строки матрицы  $A$  на строку предварительно транспонированной матрицы  $B$  :

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^N A_{ik} B_{jk}^T.$$

Третий алгоритм. Пусть  $N = k m$ . Тогда матрицу  $C$  можно представить как составленную из  $k^2$  блоков размера  $m \times m$ . Каждый блок произведения  $C = A \times B$  может быть вычислен через блоки размера  $m \times m$  матриц  $A$  и  $B$  :

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^N A_{ik} B_{jk}^T$$

Четвёртый алгоритм. Так как процессор содержит весьма глубокий конвейер инструкций, то для его заполнения длина линейного участка, не содержащего команд перехода, должна быть достаточно большой. Поэтому, в самом внутреннем цикле третьего алгоритма необходимо вычислять сразу 4 элемента матрицы  $C$ :  $C_{ij}$ ,  $C_{i,j+1}$ ,  $C_{i+1,j}$ ,  $C_{i+1,j+1}$ .

Итак, в данном задании требуется написать программу, работающую по всем 4-м алгоритмам. Использовать статические массивы с  $N=512, 1024, 2048$ ,  $m=32, 64, 128$ . Определить время работы по каждому из алгоритмов.

8. Как и в задании 1, рассмотрим два алгоритма перемножения квадратных матриц размера  $N$  считая, что все они не помещаются в ОЗУ однопроцессорного компьютера, а размещаются на жёстком диске:  $C=A \times B$ . Матрица  $A$  расположена на диске по строкам, матрицы  $B, C$  – по столбцам.

Первый алгоритм – запись и считывание матриц с диска происходит по одному элементу. Никакие программные массивы не используются.

Второй алгоритм – запись и считывание матриц с диска происходит по одной строке или столбцу длиной  $N$ .

Написать программу, реализующую оба алгоритма. Сравнить время работы алгоритмов при  $N=64, 128, 256$ .

9. Написать на FORTRAN 90 MPI-параллельную программу, вычисляющую сумму квадратов натуральных чисел от 1 до  $N$ .

10. Написать на FORTRAN 90 MPI-параллельную программу, вычисляющую однократный определённый интеграл.

11. Написать на FORTRAN 90 MPI-параллельную программу, решающую задачу об энергии взаимодействия двух диэлектрических заряженных шаров со сферически симметричными плотностями распределения зарядов в шарах.

#### Критерии оценки (в баллах):

- **10 баллов** выставляется студенту, если правильно решены все задачи;
- **9 баллов** выставляется студенту, если студент правильно решил все задачи, но была допущена одна не грубая ошибка, не повлиявшая на ответ;
- **7-8 баллов** выставляется студенту, если студент правильно решил все задачи, но было допущено несколько не грубых ошибок, не повлиявших на ответ или, решено или полностью не решена 1 задача;
- **5-6 баллов** выставляется студенту, при решении была допущена вычислительная ошибка, повлиявшая на ответ или не решено 2 задачи.
- **3-4 баллов** выставляется студенту, все задачи решены, но при решении были допущены вычислительные ошибки, или одна грубая ошибка, или решена 1 задача из контрольной работы.
- **1-2 баллов** выставляется студенту, если ни одна задача контрольной работы не решена полностью, но студент выписал основные уравнения и законы, необходимые для их решения.

- 0 баллов выставляется студенту, если не решено ни одной задачи и не указаны основные законы и уравнения необходимые для решения задачи.

## ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО КУРСУ «МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ»

1. Устройство компьютера.
2. Операции с числами.
3. Иерархия памяти.
4. Языки программирования и программы. Узкие места процесса функционирования компьютера.
5. Усложнение и наращивание аппаратных средств. Параллельная обработка.
6. Конвейерная обработка.
7. Повышение интеллектуальности управления компьютером. Суперскалярные и VLIW-процессоры.
8. Компьютеры с общей и распределённой памятью.
9. Система коммутации мультипроцессорных систем.
10. Система коммутации систем с распределённой памятью.
11. Вычисление среднего расстояния в линейной цепочке.
12. NUMA и ccNUMA-архитектуры.
13. Классификация М. Флинна параллельных компьютеров и систем.
14. Классификация Р. Хокни.
15. Классификация Т. Фенга.
16. Классификация В. Хендлера.
17. Параллельные компьютеры с общей памятью. HP Superdome.
18. Вычислительные системы с распределённой памятью. Cray T3E.
19. Кластеры. Латентность и пропускная способность сети.
20. Производительность параллельных компьютеров. Тесты.
21. Последовательная и параллельная модели программирования.
22. Закон Амдала.
23. Две парадигмы параллельного программирования. Параллелизм данных.
24. Параллелизм задач.

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

*для экзамена:*

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

*для зачета:*

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

### 4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)

Содержание рейтинг-план дисциплины представлено в Приложении № 2.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература:

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. СПб.: БХВ-Петербург, 2002, 608 с.
2. Немнюгин С.А., Стесик О.Л. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. СПб.: БХВ-Петербург, 2002, 400 с.
3. Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003, 342 с.
4. Михайленко К.И. Работа в среде Unix/Linux. Учебное пособие. Уфа: РИЦ БашГУ, 2006, 135 с.
5. Антонов А.С. Введение в параллельные вычисления. Параллельное программирование с использованием технологии MPI. Уфа: РИЦ БашГУ, 2006, 158 с.
6. Немнюгин С.А., Стесик О.Л. Современный Фортран. Самоучитель. СПб.: БХВ-Петербург, 2004, 496 с.
7. Бартенъев О.В. Современный Фортран. Изд. 4-е. М.: Диалог-МИФИ, 2005, 560 с.

#### Дополнительная литература:

1. Воеводин В.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов. М.: МГУ, 2006, 112 с.
2. Воеводин Вл.В., Жуматий С.А. Вычислительное дело и кластерные системы. М.: МГУ, 150 с.
3. Шпаковский Г.И., Серикова Н.В. Программирование для многопроцессорных систем в стандарте MPI. Минск: БГУ, 2002, 323 с.
4. Букатов А. А., Дацюк В. Н., Жегуло А. И. Программирование многопроцессорных вычислительных систем. Ростов-на-Дону. Издательство ООО «ЦВВР», 2003, 208 с.
5. [www.parallel.ru](http://www.parallel.ru) – сайт МГУ, посвященный параллельным вычислениям.

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. «История Физики через Интернет» <http://phys.by.ru>.
2. «Научная сеть» <http://www.nature.ru/>.
3. «Великие физики» <http://markbook.chat.ru/fiz/>.
4. «Физика в Интернет» <http://fim.samara.ws/?section>
5. «Изобретатели веков» <http://scientists.narod.ru/franklin.htm>.
6. «Физика.ру» <http://home.sovtest.ru/~kiv/istor/03Galil.htm>
8. «Наука и техника» <http://www.n-t.org/> 17
9. "История развития астрономии и космонавтики"  
[http://coloni2ation.narod.ru/history/astronomy\\_old/index.htm](http://coloni2ation.narod.ru/history/astronomy_old/index.htm)
10. "MavicaNET-Многоязычный Поиск-  
вый Каталог"  
[www.mavicanet.ru/directory/rus/13611.html](http://www.mavicanet.ru/directory/rus/13611.html)
11. "WebPhysics.ru" <http://www.webphysics.m/historv/nobel.html>
12. "Электронный библиотечный фонд" <http://www.n-t.org/nl/>
13. **Физическая энциклопедия** <http://www.elmagn.chalmers.se/~igor/>

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
<i>учебная аудитория</i> № 405а (физмат корпус)	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран
<i>Компьютерный класс</i> № 412 или № 405а (физмат корпус)	Лабораторные работы	Компьютеры с выходом в сеть Интернет. Программное обеспечение: 1. Windows 10 Russian. Windows Professional 10 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г. 3. Среда программирования Lazarus, Python (Anaconda), GFortran – свободно распространяемое программное обеспечение.
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ на 1 семестр  
 (наименование дисциплины)

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	18
практических/ семинарских	
лабораторных	36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	3
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	51
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма контроля:  
 экзамен 1 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)		Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	Лаб. раб.			
1	2	3		4	5	6
1.	Устройство компьютера. Операции с числами. Иерархия памяти.	1		1. §1.1-1.3		
2.	Языки программирования и программы. Узкие места процесса функционирования компьютера.	1		1. §1.4-1.5		
3.	Усложнение и наращивание аппаратных средств. Параллельная обработка. Конвейерная обработка.	1		2. §2.1	1. Задачи 1-9, с. 59	Проверка задания
4.	Повышение интеллектуальности управления компьютером. Суперскалярные и VLIW-процессоры.	1		1. §2.2		
5	Компьютеры с общей и распределённой памятью.	1		1. §3.3-3.4		
6	Система коммутации мультипроцессорных систем. Система коммутации систем с распределённой памятью.	1		1. §2.2 2. с. 51-59	1. Задачи 10-14, с. 77-78	Проверка задания
7	NUMA и ccNUMA-архитектуры.	1		1. §2.2 2. с. 65		
8	Классификация М. Флинна параллельных компьютеров и систем. Классификация Р. Хокни. Классификация Т.	1		1. §3.1		



	Фенга. Классификация В. Хендлера.					
9	Параллельные компьютеры с общей памятью. HP Superdome. Вычислительные системы с распределённой памятью. Cray T3E.	1		1. §3.3-3.4		
10	Кластеры. Латентность и пропускная способность сети. Производительность параллельных компьютеров. Тесты.	1		1. §3.4, 3.6 2. с. 66		
11	Последовательная и параллельная модели программирования. Закон Амдала.	1		2. с. 77-83		
12	Две парадигмы параллельного программирования. Параллелизм данных. Параллелизм задач. Разработка параллельного алгоритма.	1	4	2. с. 84-97	2. Задачи 1-2, с.103	Проверка задания
13	Умножение матриц на однопроцессорной машине с использованием нескольких алгоритмов, учитывающих архитектуру компьютера.	1	4	3. §2.7	3. §2.7, алгоритмы 1-4	Проверка задания
14	Основные команды языка программирования FORTRAN 90.	1	4	6. Главы 1, 2, 4-10 7. Главы 1-8		
15	Основные функции MPI.	1	4	2. Глава 3		
16	Функции MPI коллективного взаимодействия процессов.	1	4	2. Глава 4		
17	Распределённые операции.	1	4	2. Глава 5		
18	Параллельное вычисление суммы квадратов целых чисел.	1	4			Проверка задания
19	Параллельное вычисление		4			Проверка задания

	однократного определённого интеграла.					
20	Решение задачи об энергии взаимодействия двух диэлектрических заряженных шаров со сферически симметричными плотностями распределения зарядов в шарах.		4			Проверка задания

**Рейтинг-план дисциплины**

**МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ**

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление **«03.04.02 – Физика»**

курс \_\_\_\_\_1\_\_\_\_, семестр 1

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 – 30 баллов</b>				
<b>Основы параллельного программирования</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
1. Выполнение лабораторных работ	5	3	0	15
2. Самостоятельная работа	1	5	0	5
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
1. Контрольная работа	10	1	0	10
<b>Модуль 2 – 40 баллов</b>				
<b>Параллельное программирование на языке FORTRAN 90.</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
1. Выполнение лабораторных работ	5	3	0	15
2. Самостоятельная работа	1	5	0	5
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
1. Контрольная работа	20	1	0	20
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен			0	30
<b>Посещаемость</b>				

1. Посещение лекционных занятий			-6	0
2. Посещение лабораторных занятий			-10	0
<b>Поощрительные баллы</b>			0	10
<b>ИТОГО</b>				<b>110</b>

## Форма экзаменационного билета


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1  
по дисциплине Мультипроцессорные цифровые технологии в физике  
Направление 03.04.02 – Физика  
Профиль подготовки  
Цифровые технологии в физике функциональных материалов

1. Устройство компьютера. Операции с числами. Иерархия памяти.
2. Основные команды языка программирования FORTRAN 90

Заведующий кафедрой   
(подпись)

Р.М. Вахитов  
(Ф.И.О.)