

Рабочая программа дисциплины «Программирование и информатика» для студентов, обучающихся по программе «ИБ ФИЗИКА» (направление 03.03.02)

1. Название дисциплины: Программирование и информатика

2. Лекторы.

2.1. К.ф.-м.н., доцент, Шленов Святослав Александрович, кафедра общей физики и волновых процессов физического факультета МГУ, shlenov@physics.msu.ru, (495)939-30-91.

2.2. К.ф.-м.н., доцент, Антонюк Валерий Алексеевич, кафедра компьютерных методов физики физического факультета МГУ, valery.antonjuk@gmail.com, (495)939-13-32.

2.3 Д.ф.-м.н., профессор, Задков Виктор Николаевич, кафедра общей физики и волновых процессов физического факультета МГУ, zadkov@gmail.com, (495)939-23-71.

3. Аннотация дисциплины.

Дисциплина обеспечивает базовую подготовку студентов в области современного использования вычислительной техники применительно к потребностям специалиста-физика. Кратко излагается история вычислительной техники и влияние физических идей на ее развитие. Даются фундаментальные компьютерные алгоритмы, базовые численные методы. Излагаются основы и прививаются практические навыки программирования на универсальном процедурном языке Си и объектно-ориентированном языке Си++.

4. Цели освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины является приобретение студентами теоретической подготовки и практических навыков в области информатики и информационных технологий. Формирование навыков алгоритмического мышления, освоение базовых понятий, методов и приемов программирования.

5. Задачи дисциплины.

Дать базовые знания фундаментальных компьютерных алгоритмов, основ численных методов, способов их применения для решения физических задач. Продемонстрировать влияние физических идей на развитие новых компьютерных технологий. Получить навыки программирования на процедурном языке Си и объектно-ориентированном языке Си++.

6. Компетенции.

6.1. Компетенции, необходимые для освоения дисциплины.

Компетенции, формируемые при освоении школьного предмета Информатика.

6.2. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины.

ИК-3; ИК-4; ПК-2; ОНК-5.

7. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

- знать фундаментальные компьютерные алгоритмы сортировки, поиска; численные методы поиска корней нелинейных уравнений, интегрирования, вычисления производных;
- уметь применять численные методы для решения физических задач, сформулированных в виде обыкновенных дифференциальных уравнений с начальными условиями; использовать для решения задач псевдослучайные числа.
- владеть навыками программирования на языке Си и объектно-ориентированного программирования на языке Си++;
- иметь опыт деятельности по решению математических и физических задач на компьютере с самостоятельной разработкой и реализацией необходимых алгоритмов на языках Си и Си++.

8. Содержание и структура дисциплины.

Вид работы	Семестр		Всего
	1	2	
Общая трудоёмкость, акад. часов	144	72	216
Аудиторная работа:	72	51	123
Лекции, акад. часов	18	0	18
Семинары, акад. часов	18	17	35
Лабораторные работы, акад. часов	36	34	70
Самостоятельная работа, акад. часов	72	21	93
Вид итогового контроля (зачёт, зачёт с оценкой, экзамен)	зачёт с оценкой	зачёт с оценкой	

N раздела	Наименование раздела	Трудоёмкость (академических часов) и содержание занятий			Форма текущего контроля	
		Аудиторная работа		Самостоятельная работа		
		Лекции	Семинары			Лабораторные работы
1	Поколения ЭВМ и компьютерные программы.	2 часа. Введение. История развития вычислительной техники. Поколения ЭВМ. Общее устройство современного компьютера. Вычислительные кластеры. Параллельные вычисления.	2 часа. Средства программирования. Основы работы в интегрированной среде. Структура консольного приложения, создание консольного проекта, основные файлы проекта, этапы компиляции и сборки программы. Отладка программы. Первая программа: объявление переменных, простейшие операторы и выражения, комментарии, элементарный ввод и вывод.	4 часа. Практическое знакомство со средствами программирования. Создание консольного приложения. Первая программа на языке Си. Компиляция и сборка программы. Отладка программы. Упражнения. Простейший калькулятор.	8 часов. Работа с лекционным материалом по теме История развития вычислительной техники. Завершение и подготовка к защите лабораторной работы Простейший калькулятор.	ЛР,
		2 часа. Влияние новых физических идей на развитие компьютерной техники. Классические и квантовые компьютеры.	2 часа. Основы и синтаксис языка Си. Базовые типы данных (char, int, double, и др.). Оператор sizeof(). Определение переменных и констант. Условный оператор, циклы и операторы управления циклами.	4 часа. Написание программ с использованием базовых типов данных, переменных и констант, арифметических выражений, условных операторов и циклов. Упражнения. Перевод градусов в различных температурных шкалах. Суммирование рядов. Ветвление программы в зависимости от данных, вводимых с клавиатуры.	8 часов. Работа с лекционным материалом по теме: влияние новых физических идей на развитие компьютерной техники. Работа с семинарским материалом по теме: основы и синтаксис языка Си. Подготовка к защите лабораторных работ.	
2	Фундаментальные компьютерные алгоритмы, структуры данных и основные конструкции языка Си.	2 часа. Рекурсия. Структуры данных: стек. Алгоритмы сортировки.	2 часа. Операторы в выражениях, приоритет операторов, преобразование типа. Директивы препроцессора и их использование. Массивы.	4 часа. Написание программ с использованием рекурсии. Программные реализации алгоритмов сортировки чисел. Упражнения. Вычисление факториала, чисел	8 часов. Работа с лекционным материалом по темам: структуры данных, алгоритмы сортировки. Работа с семинарским материалом по темам: приоритет	ЛР, КР, ДЗ

				Фибоначчи. Сортировка методом пузырька.	операторов, преобразование типов, массивы, директивы препроцессора. Подготовка к защите лабораторных работ.	
		2 часа. Поиск элемента в массиве (несортированном и сортированном), поиск последовательности элементов (метод Рабина-Карпа). Поиск с хэшированием. Хэш-таблицы. Структуры данных: списки (одно- и двусвязные). Двоичное дерево поиска. Понятие балансировки.	2 часа. Модульный подход в программировании. Функции, передача параметров по значению. Правила видимости переменных, глобальные и локальные переменные. Рекурсия.	4 часа. Написание программ с использованием функций. Упражнения. Поиск минимальных и максимальных значений в массиве. Реализация алгоритмов сортировки в виде функций.	8 часов. Работа с лекционным материалом по темам: поиск, структуры данных. Работа с семинарским материалом по темам: функции в языке Си, рекурсия. Подготовка к защите лабораторных работ.	
3	Вычислительная физика и средства языка Си.	2 часа. Машинная арифметика и язык Си, точность вычислений, поиск корня уравнения (метод деления отрезка пополам, методы хорд, касательных и итераций), интерполяция и экстраполяция значений функций, линейная аппроксимация данных измерений.	2 часа. Раздельная компиляция. Математические функции стандартной библиотеки Си. Время жизни переменных, автоматические и статические переменные.	4 часа. Написание программ с использованием стандартных математических функций. Упражнения. Поиск корней нелинейных уравнений. Реализация собственной функции вычисления экспоненты с заданной точностью.	8 часов. Работа с лекционным материалом по темам: машинная арифметика, точность вычислений, поиск корня нелинейного уравнения. Работа с семинарским материалом по темам: математические функции стандартной библиотеки Си, время жизни переменных. Подготовка к защите лабораторных работ.	ЛР, К, ДЗ
		2 часа. Вычисление определенных интегралов. Численное интегрирование в задачах механики: схема Эйлера, алгоритм Верле, методы Рунге-Кутты.	2 часа. Указатели. Передача параметра в функцию по указателю. Функции работы с динамической памятью. Динамические массивы. Указатель на функцию.	4 часа. Написание программ с использованием указателей и динамического выделения памяти. Упражнения. Реализация алгоритма сортировки с помощью указателей. Вычисление определенного инте-	8 часов. Работа с лекционным материалом по темам: вычисление определенных интегралов, численное интегрирование в задачах механики. Работа с семинарским материалом по темам: указатели,	

				графа методом трапеций, методом Симпсона.	динамическое выделение памяти и динамические массивы. Подготовка к защите лабораторных работ.
		2 часа. Общее понятие об устойчивости численной схемы. Устойчивость схемы Эйлера. Метод Гаусса для решения систем линейных уравнений. Устойчивость решения.	2 часа. Ввод и вывод: форматированный и бесформатный. Работа с файлами. Строки Си. Функции работы со строками.	4 часа. Написание программ, реализующих чтение и запись файл, работу со строками. Упражнения. Программа сортировки строк, читаемых из текстового файла, с записью результатов в файл. Программная реализация метода Эйлера и алгоритма Верле.	8 часов. Работа с лекционным материалом по темам: устойчивость метода Эйлера, Метод Гаусса для решения систем линейных уравнений. Работа с семинарским материалом по темам: ввод/ вывод, функции работы со строками, работа с файлами. Подготовка к защите лабораторных работ.
		2 часа. Метод Монте-Карло. Псевдослучайные числа. Анализ псевдослучайных чисел. Равномерное и нормальное распределение чисел. Вычисление числа π . Численное интегрирование методом Монте-Карло.	2 часа. Пользовательские типы данных: Перечисления, структуры, объединения. Оператор typedef. Битовые операторы.	4 часа. Написание программ с использованием динамически создаваемых массивов структур и псевдослучайных чисел. Упражнения. Вычисление числа π методом Монте-Карло. Решение физических задач, сформулированных в виде задачи Коши.	8 часов. Работа с лекционным материалом по темам: Метод Монте-Карло, анализ псевдослучайных чисел, получение псевдослучайных чисел, распределенных равномерно в интервале и с нормальным распределением, численное интегрирование методом Монте-Карло. Работа с семинарским материалом по темам: перечисления, структуры, объединения, битовые операторы. Подготовка к защите лабораторных работ.
		2 часа. Имитационное моделирование методом Монте-Карло и	2 часа Коллоквиум по пройденному материалу.	4 часа. Защиты лабораторных работ.	8 часов. Работа с лекционным материалом по темам: имитационное

		основы метода молекулярной динамики.			моделирование методом Монте-Карло, основы метода молекулярной динамики. Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к защите лабораторных работ.	
4	Программирование на языке Си++		2 часа Язык Си++ как наследник языка Си. Заголовочные файлы, концепция пространства имен, элементарный ввод и вывод, новые базовые типы, константы, операторы new и delete, ссылки. Функции, параметры по умолчанию, перегрузка функций, сигнатура.	4 часа. Написание программ с использованием перегрузки функций, операторов new и delete, структур и указателей, динамических массивов. Упражнения. Создание массива структур для хранения текстовых строк, вводимых с клавиатуры. Реализация треугольного массива и динамического массива со вставкой и удалением элементов.	2 часа. Работа с семинарским материалом по темам: элементарный ввод и вывод, новые базовые типы, операторы new и delete, ссылки, перегрузка функций. Подготовка к защите лабораторных работ.	ЛР, К, КР
			2 часа Концепция объектно-ориентированного программирования: инкапсуляция, наследование, полиморфизм. Классы. Собственные и общедоступные разделы. Данные и методы класса, оператор «::». Конструкторы, список инициализаторов, деструктор. Константные методы. Указатель this. Массив объектов.	4 часа. Написание объектно-ориентированных программ с использованием классов, методов, конструкторов и деструкторов. Упражнения. Разработка и создание класса для хранения и обработки времени, представленного часами и минутами. Разработка и создание класса для хранения двумерных векторов и выполнения базовых операций с ними.	2 часа. Работа с семинарским материалом по темам: основные понятия объектно-ориентированного программирования: инкапсуляция, наследование, полиморфизм. Классы в Си++. Подготовка к защите лабораторных работ.	
			2 часа Дружественные функции. Перегрузка операторов, операторная функция, перегрузка	4 часа. Написание программ с использованием перегрузки операторов, операторных	2 часа. Работа с семинарским материалом по темам: перегрузка операторов, дружественные	

			<p>оператора вывода в поток. Динамическое выделение памяти в классе. Конструкторы копирования и присваивания. Приведение типов.</p>	<p>функций. Написание конструкторов копирования и присваивания. Упражнения: классы с перегруженной арифметикой (рациональные дроби, комплексные числа, двумерные вектора) и перегруженным выводом в поток.</p>	<p>функции, конструкторы копирования и присваивания. Подготовка к защите лабораторных работ.</p>
			<p>1 час Контрольная работа</p>	<p>2 часа Защиты лабораторных работ</p>	<p>3 часа. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к защите лабораторных работ.</p>
			<p>2 часа. Статические методы и поля. Наследование. Открытое наследование классов. Указатели и ссылки на объекты базового и производного классов. Полиморфизм: виртуальные методы класса. Абстрактные классы, чисто виртуальные функции. Защищенный доступ.</p>	<p>4 часа. Написание программ с использованием механизма наследования. Упражнения. Класс с полем, хранящим число созданных объектов этого класса. Трехмерный вектор как класс производный от двумерного вектора. Наследование динамического вектора как контейнера для более сложных объектов.</p>	<p>3 часа. Работа с семинарским материалом по темам: наследование, указатели и ссылки на объекты базового и производного классов, виртуальные методы, абстрактные классы. Подготовка к защите лабораторных работ.</p>
			<p>2 часа. Наследование и динамическое распределение памяти. Закрытое наследование. Множественное наследование. Вложенные классы. Обобщенное программирование: шаблоны функций и классов, специализация.</p>	<p>4 часа. Написание программ с использованием шаблонов. Упражнения. Разработка классов с открытым и закрытым механизмами наследования.</p>	<p>2 часа. Работа с семинарским материалом по темам: открытое и закрытое наследования, шаблоны функций и классов. Подготовка к защите лабораторных работ.</p>
			<p>2 часа Исключения. Обработка ис-</p>	<p>4 часа. Написание программ с обра-</p>	<p>2 часа. Работа с семинарским мате-</p>

			ключений Си++. Ключевые слова try, throw, catch и их использование. Пространство имен. Концепция потоков ввода и вывода, потоки и буферы, перенаправление, манипуляторы, форматирование вывода, ввод данных. Файловый ввод и вывод.	боткой исключений. Упражнения: работа с файлами через потоки Си++, обработка исключений.	риалом по темам: Исключения. Обработка исключений. Концепция потоков ввода и вывода. Файловый ввод и вывод. Подготовка к защите лабораторных работ.
			2 часа. Обобщенное программирование: абстракции библиотеки STL (контейнеры, итераторы, алгоритмы, функторы). Основные контейнеры и алгоритмы STL .Строковые классы Си++.	4 часа. Написание программ с библиотеками STL. Упражнения: использование основных контейнеров STL, использование строковых классов Си++.	2 часа. Работа с семинарским материалом по темам: основные контейнеры и алгоритмы STL, строковые классы Си++. Подготовка к защите лабораторных работ.
			2 часа Коллоквиум по пройденному материалу	4 часа Защиты лабораторных работ	3 часа. Подготовка к защите лабораторных работ. Подготовка к коллоквиуму.

9. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

1. Дисциплина является обязательной
2. Базовая часть, профессиональный блок, модуль "Информатика".
3. Дисциплина «Программирование и информатика» является теоретическим и практическим базисом к дисциплинам компьютерной физики по выбору. Курс непосредственно связан с дисциплинами модулей «Общая физика» и «Математика», т.к. использует предметную область этих дисциплин при составлении упражнений и практических заданий при изучении языков программирования.
 - 3.1. Перед началом освоения дисциплины «Программирование и информатика» не требуется освоения других дисциплин.
 - 3.2. Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Дисциплины компьютерной физики по выбору, Основы математического моделирования, Численные методы в физике.

10. Образовательные технологии

При реализации учебной работы в рамках дисциплины «Программирование и информатика» используются средства дистанционного сопровождения учебного процесса в форме сайтов с материалами лекций, семинарских занятий и лабораторных работ, а также групповых рассылок и персональных писем по электронной почте. Курс имеет электронные версии (презентации) лекций. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Образцы контрольных заданий:

1. Напишите программу, которая выводит десятое и двадцатое простые числа. Для справки: Простое число – это натуральное число, имеющее ровно два различных натуральных делителя: единицу и само себя.
2. Методом Эйлера с шагом $h=0,1$ получить численное решение дифференциального уравнения $y' = (y + x)^2$ с начальными условиями $y(0) = 0$ на интервале $[0, 0.5]$.
3. Напишите программу, которая вычисляет число π методом Монте-Карло. Для генерации псевдослучайных чисел воспользуйтесь функцией `rand()`. Программа должна запрашивать у пользователя количество точек (число испытаний) и выводить на экран вычисленное значение числа π .
4. В классе `Dar` имеется следующий закрытый раздел:

```
class Dar
{
private:
    static const int n = 10;
    int a[n];
};
```

Дополните этот класс публичным разделом так, чтобы

1. При создании объекта класса `Dar` все элементы массива `a` инициализировались бы псевдослучайными числами.
2. Следующий фрагмент кода выводил бы на экран значения всех элементов массива `a`:

```
Dar dar;
for (int i=0; i <10; i++) cout << dar[i] << endl;
```

Полный перечень вопросов к зачету (1-ый семестр):

1. Поколения ЭВМ. Высокопроизводительные вычисления. SMP и MPP системы. Вычислительные кластеры.
2. Влияние физических идей на развитие новых компьютерных технологий.
3. Машинная арифметика и язык Си (диапазоны целых типов, числа с плавающей точкой, машинное epsilon).
4. Алгоритмы сортировки. Сортировка методом «пузырька». Сортировка указателей.
5. Сортировка методом слияния фон-Неймана. Быстрая сортировка.
6. Последовательный и бинарный поиск. Односвязные и двусвязные списки.
7. Ассоциативный доступ. Хэш-функция.
8. Линейная аппроксимация данных измерений (метод наименьших квадратов).
9. Поиск корней нелинейных уравнений. Методы деления отрезка пополам, секущих, касательных.
10. Численное дифференцирование: схемы для первой и второй производных, центральная разность.
11. Численное интегрирование. Определенные интегралы. Метод трапеций и метод Симпсона. Погрешности методов.
12. Численное интегрирование системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Метод Эйлера.
13. Устойчивость численного метода. Множитель перехода. Устойчивость метода Эйлера.
14. Численное интегрирование задач механики. Алгоритм Верле.
15. Методы Рунге-Кутты 2-го порядка: уточненный метод ломанных и улучшенный метод Эйлера-Коши.
16. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка для численного интегрирования системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
17. Метод Монте-Карло. Численное интегрирование с использованием псевдослучайных чисел. Вычисление числа π .
18. Проверка генератора псевдослучайных чисел. χ^2 -критерий и K-равномерность.
19. Получение псевдослучайных чисел, равномерно распределенных на интервале, и с нормальным распределением.
20. Понятие фрактала. Топологическая и хаусдорфова размерности. Понятие о методе молекулярной динамики.
21. Базовые типы данных языка Си. Формы представления констант. Операторы присваивания.
22. Массивы. Арифметические операторы: +, -, *, /, %, ++, --.
23. Структуры, объединения. Перечисляемый тип.
24. Условный оператор и множественный выбор (оператор switch).
25. Циклы: while, do, for. Операция запятая. Досрочное завершение итерации и цикла.
26. Передача параметров при вызове функции. Рекурсия. Указатели.
27. Указатели: на структуру, функцию, массив из 10 элементов. Получение адреса.
28. Операция раскрытия указателя. Два способа ссылки на элемент структуры по указателю.
29. Стандартные функции ввода/вывода.
30. Чтение/запись в файл.
31. Глобальные и локальные переменные. Переменные типа auto и static. Отличия в инициализации автоматических и статических переменных. Внешние переменные.
32. Динамическое распределение памяти. Оператор sizeof.
33. Массивы и указатели.
34. Истина и ложь в Си. Логические операторы.
35. Битовые операторы: &, |, ^, ~, >>, <<. Примеры.
36. Битовые операторы: Напишите функцию, выводящую на экран значение переменной типа unsigned char в двоичном виде.
37. Строка в Си. Напишите программу копирования одной строки в другую, не используя стандартные функции.
38. Директивы препроцессора #include, #define, #define с параметрами, #if, #else, #endif, #ifdef, #ifndef.

Полный перечень вопросов к зачету (2-ой семестр):

1. Константы в C++. Динамическое распределение памяти. Операторы `new` и `new[]`. Ссылочные переменные. Перегрузка функций. Значения параметров по умолчанию.
2. Шаблоны функций. Специализация.
3. Инкапсуляция и абстрагирование. Классы. Объявление класса. Собственный, защищенный и общедоступный разделы. Данные и методы класса. Оператор `::`.
4. Классы и объекты. Конструкторы и деструкторы. Список инициализаторов. Конструктор копирования и оператор присваивания.
5. Константные методы. Указатель `this`. Статические переменные класса и статические методы. Целочисленные константы с областью видимости – класс.
6. Дружественные функции. Операторные функции. Перегрузка операторов.
7. Перегрузка оператора вывода в поток `>>`. Перегрузка оператора `[]`.
8. Приведение к типу класса. Неявное и явное преобразования. Модификатор `explicit`. Функции преобразования из типа класса.
9. Динамическое распределение памяти в классе. Перегрузка конструктора копирования и переопределение оператора присваивания.
10. Наследование. Тип наследования «является (*as-a*)». Открытое наследование классов. Что не наследуется?
11. Указатели и ссылки на объекты базового и производного классов. Виртуальные методы. Виртуальный деструктор. Чисто виртуальная функция. Абстрактный базовый класс.
12. Наследование «включает (*has-a*)». Включение объектов. Инициализация включенных объектов. Закрытое наследование. Инициализация объекта базового класса.
13. Множественное наследование. Виртуальный базовый класс. Вложенные классы.
14. Обобщенное программирование. Шаблоны класса. Объявление в программе объекта шаблонного класса.
15. Исключения. Генерация исключений. Боки `catch` и `try`. Пространства имен.
16. Потоки вывода. Объект `cout`. Перенаправление. Метод `write`. Манипуляторы. Форматирование вывода.
17. Ввод данных. Объект `cin`. Односимвольный и строковый ввод.
18. Чтение файла и запись в файл. Двоичные файлы.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. В.А. Антонюк, А.П. Иванов. Программирование и информатика - краткий конспект лекций. М.: Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, 2015, 64 с.
2. Д.А. Биколов, Н.В. Иваницкая, А.П. Иванов. Язык программирования Си. Учебно-методическое пособие. М.: Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, 2016, 106 с.
3. С.А. Шленов, А.А. Лукашѐв. Язык программирования Си++. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Программирование и информатика». – М. Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2016, 56 с.
4. Н.Н. Калиткин. Численные методы. - М.: Наука, 1978, 592 с.
5. Б. Керниган, Д. Ритчи. Язык программирования Си. - Санкт-Петербург, Вильямс, 2013, 579 с.
6. С. Прата. Язык программирования C++. Лекции и упражнения. – Вильямс, 2012, 1244 с.

Дополнительная литература

1. В.В. Подбельский, С.С. Фомин. Программирование на языке Си. – Москва, «Финансы и статистика», 2005, 600 с.
2. В.В. Подбельский. Стандартный Си++. – Москва, «Финансы и статистика», 2008, 688 с.
3. Б. Страуструп. Язык программирования Си++. – Бином, 2011, 1136 с.
4. Б. Страуструп. Программирование. Принципы и практика использования C++ – Вильямс, 2011, 1238 с.
5. С. Прата. Язык программирования C. Лекции и упражнения. – Вильямс, 2012, 959 с.

6. Ю.Л. Полунов. От абака до компьютера: судьбы людей и машин. Книга для чтения по истории вычислительной техники в двух томах. Том 1. - М.: Русская редакция, 2004, 480 с.
7. Д. Поттер. Вычислительные методы в физике. – М.: Мир, 1975, 392 с.
8. Д.В. Хеерман. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике: Пер. с англ. – М.: Наука, 1990, 176 с.
9. Х. Гулд, Я. Тобочник. Компьютерное моделирование в физике. - М. Мир, 1990, 400 с.
10. Н. Вирт. Алгоритмы+структуры данных = программы. — М.: Мир, 1985, 406 с.
11. Д. Кнут. Искусство программирования, том 3. Сортировка и поиск. — М.: «Вильямс», 2007, 824 с.
12. Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн, Алгоритмы: построение и анализ. – Вильямс, 2011, 1296 с.

Интернет-ресурсы

1. <http://cmp.phys.msu.ru/ru/study/programming>
2. [http://ru.wikiversity.org/wiki/Программирование на языке Си](http://ru.wikiversity.org/wiki/Программирование_на_языке_Cи)
3. <http://ru.wikipedia.org/wiki/C++>
4. <http://www.phys.msu.ru/rus/about/structure/centers/center-CMP/MSDN-AA/>
5. <http://doc.crossplatform.ru/>

Методические указания к лабораторным занятиям, пособия, презентации лекций

1. <http://cmp.phys.msu.ru/ru/study/programming>
2. http://ofvp.phys.msu.ru/science_education/lectures/CS/cp_menu.html
3. http://istina.msu.ru/media/publications/book/c3b/12c/22478340/MethodSi_tsvet.pdf

Программное обеспечение современных информационных компьютерных технологий

1. Microsoft Visual Studio
2. Code Blocks

13. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для занятий:

Аудитория 5-42 физического факультета МГУ. В наличие компьютеры на каждом рабочем месте, компьютер преподавателя с сенсорным экраном и возможностью переключения на проектор, локальная сеть, выход в интернет, два проекционных аппарата, интерактивная доска.

Аудитории 1-31, 1-32 физического факультета МГУ. В наличие тонкие клиенты на каждом рабочем месте и локальная сеть, обеспечивающие совместный доступ к серверам с рабочей средой для выполнения лабораторных работ, доска, проектор.