

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»**

**Физический факультет**  
**Кафедра общей физики**



УТВЕРЖДАЮ  
 Декан ФФ, д.ф.-м.н  
 В.Е.Блинов  
 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Компьютерное моделирование физических явлений**

Направление подготовки: **03.03.02 Физика**  
 Направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения  
**Очная**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в период сессии) (в часах)					
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
4	108		64		42				2		
Всего 108 часов / 3 зачетных единицы из них: - контактная работа 66 часов Компетенции : ОПК-3											

Ответственный за образовательную программу

д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

## Содержание

<u>Аннотация</u> .....	6
<u>1. Цели освоения дисциплины</u> .....	7
<u>2. Место дисциплины в структуре образовательной программы</u> .....	7
<u>3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины</u> .....	7
<u>4. Структура и содержание дисциплины</u> .....	9
<u>5. Образовательные технологии</u> .....	14
<u>6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов</u> .....	15
<u>7. Фонд оценочных средств для аттестации по итогам освоения дисциплины: показатели, критерии оценивания компетенций, типовые контрольные задания</u> .....	15
<u>8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины</u> .....	15
<u>9. Материально-техническое обеспечение</u> .....	16

**Аннотация**  
**к рабочей программе дисциплины «Компьютерное моделирование физических явлений»**

**Направление: 03.03.02 Физика**

**Направленность (профиль): Общая и фундаментальная физика**

Программа дисциплины «Компьютерное моделирование физических явлений» составлена в соответствии с требованиями СУОС к уровню бакалавриата по направлению **03.03.02 Физика, Общая и фундаментальная физика**, а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ.

Дисциплина реализуется на физическом факультете Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ) кафедрой общей физики.

Цель дисциплины – на изученном теоретическом материале курсов «Механики и теории относительности» и «Молекулярной физики» научить студента пользоваться высокоуровневыми средствами программирования, освоить специальную систему *MatLab* фирмы *MathWorks*, созданной для облегчения решения инженерных и научных задач. Самостоятельно выполняя задания, продвинуться в понимании изученного физического материала, получая не только теоретические знания, но и визуальные образы изучаемых явлений. Обучающийся должен научиться использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией путем обучения основам моделирования физических явлений в графической форме.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося общепрофессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p><b>ОПК-3.</b> Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p><b>ОПК - 3.1.</b> Применяет различные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности.  <b>ОПК – 3.2.</b> Применяет основные приемы, возможности и правила работы со стандартными и специализированными программными продуктами при решении профессиональных задач.</p>	<p><b>Знать</b> структуру и интерфейс современных систем численного моделирования и примеры их реализации, основы высокоуровневого алгоритмического языка программирования на примере языка <i>Matlab</i>, основные конструкции универсального языка программирования и основы конструирования алгоритмов, методы графического представления результатов моделирования, как статического, так динамического (с элементами анимации), основные типы переменных и способы их</p>

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
		<p>преобразования, форматы графических данных, основы создания интерактивных программ и графического интерфейса пользователя.</p> <p><b>Уметь</b> разрабатывать алгоритмы решения задач по их математическому описанию; писать простейшие программы для реализации линейных алгоритмов, алгоритмов с циклами и алгоритмов с <i>ветвлением</i>; работать с интегрированной системой <i>Matlab</i> как в режиме командного окна, так и в режиме редактора; строить 2-мерные и 3-мерные зависимости, строить статические и динамические мгновенные гистограммы, и гистограммы с накоплением и использовать встроенную библиотеку стандартных функций <i>Matlab</i>.</p>

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, самостоятельная работа студента и контроль её преподавателями с помощью заданий, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль выполнение обязательных заданий.

Промежуточная аттестация по дисциплине: – дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость программы составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, практические занятия – 64 часа, самостоятельная работа студента 42 часа. Объем контактной работы – 66 часов.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

**2.**

Цель дисциплины – на изученном теоретическом материале курсов «Механики и теории относительности» и «Молекулярной физики» научить студента пользоваться высокоуровневыми средствами программирования, освоить специальную систему *MatLab* фирмы *MathWorks*, созданной для облегчения решения инженерных и научных задач. Самостоятельно выполняя задания, продвинуться в понимании изученного физического материала, получая не только теоретические знания, но и визуальные образы изучаемых явлений. Обучающийся должен научиться использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией путем обучения основам моделирования физических явлений в графической форме.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося общепрофессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p><b>ОПК-3.</b> Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p><b>ОПК - 3.1.</b> Применяет различные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности.</p> <p><b>ОПК – 3.2.</b> Применяет основные приемы, возможности и правила работы со стандартными и специализированными программными продуктами при решении профессиональных задач.</p>	<p><b>Знать</b> структуру и интерфейс современных систем численного моделирования и примеры их реализации, основы высокоуровневого алгоритмического языка программирования на примере языка <i>Matlab</i>, основные конструкции универсального языка программирования и основы конструирования алгоритмов, методы графического представления результатов моделирования, как статического, так и динамического (с элементами анимации), основные типы переменных и способы их преобразования, форматы графических данных, основы создания интерактивных программ и графического интерфейса пользователя.</p> <p><b>Уметь</b> разрабатывать алгоритмы решения задач по их математическому описанию; писать простейшие программы для реализации линейных алгоритмов,</p>

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
		алгоритмов с циклами и алгоритмов с ветвлением; работать с интегрированной системой <i>Matlab</i> как в режиме командного окна, так и в режиме редактора; строить 2-мерные и 3-мерные зависимости, строить статические и динамические мгновенные гистограммы, и гистограммы с накоплением и использовать встроенную библиотеку стандартных функций <i>Matlab</i> .

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Компьютерное моделирование физических явлений» изучается студентами второго курса в четвертом семестре и реализуется кафедрой общей физики, опираясь на теоретический материал курсов «Механики и теории относительности» и «Молекулярной физики», «Электричество и магнетизма» и «Электродинамика и оптика». Используемая в дисциплине система программирования *Matlab* является легко осваиваемой за счет того, что базовыми элементами системы *Matlab* является матрица и вектор, с которыми студент знаком по курсу линейной алгебры, а также простой язык программирования и система интерпретации. Использование языка программирования интерпретирующего типа позволяет легко отлаживать решаемые задачи. Широкий спектр встроенных графических возможностей позволяет буквально в считанные минуты получить графики семейства функций, изолинии скалярных полей на плоскости и в пространстве, легко создавать анимационные картины, что позволяет получать наглядные картины изучаемых процессов в 2-х и 3-х мерном пространстве в их временном развитии.

Обучающийся, освоивший возможности системы программирования *Matlab*, в своем последующем обучении и научно-исследовательской деятельности используют эту систему для моделирования и исследования физических явлений.

## 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.



1	<b>Введение в систему <i>Matlab</i>, Фигура Лиссажу.</b>	1-2	9		7		2		
	Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ	1-2	1		1				
2	<b>Моделирование электрических полей зарядов и мультиполей.</b> Базовые функции и операторы, точечный заряд	3	7		4		3		
3	Матрицы и массивы, операторы ветвления, заряд и диполь	4	6		4		2		
4	Встроенная графика, точечный заряд	5	7		4		3		
5	Управление графикой, мультиполи	6	6		4		2		
6	Функции и М-файлы, заряд и проводящая плоскость Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ	7	7		4		3		
	<b>Моделирование процессов случайного блуждания молекул</b>	4-8	4		4				
7	Создание собственных функций, случайные блуждания	9	6		4		2		
8	Графический интерфейс пользователя, случайные блуждания	10	7		4		3		
9	Случайные блуждания Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ.	11	5		3		2		
	<b>Моделирование движения планет</b>	11	1		1				
10	Движение планет, консервативные и неконсервативные схемы интегрирования	12	7		4		3		
11	Движение планет, проверка законов сохранения	13	6		4		2		
12	Движение планет, нелинейная аппроксимация данных.	14	7		4		3		
	Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ	14	3		3				

13	Самостоятельная задача моделирования	15-16	16		4		12		
	Индивидуальная работа с преподавателем. Сдача лабораторных работ.	16	1		1				
	Дифференцированный зачет	17	2						2
	<b>Итого</b>		<b>108</b>		<b>64</b>		<b>42</b>		<b>2</b>

### Программа практических занятий

В рамках практических занятий студентам необходимо продемонстрировать решение 4 задач, которые состоят из нескольких заданий. Описание задач приведено ниже.

#### Задача 1. Введение в систему MathLab. Фигуры Лиссажу. Биения

**Фигуры Лиссажу** — траектории, прочерчиваемые точкой, совершающей одновременно два гармонических колебания в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Реализовать программу, которая выводит на экран семейство фигур Лиссажу с одинаковой частотой колебаний по горизонтальной и вертикальной координатной оси. Разность фаз колебаний меняется в диапазоне  $[0; 2]$ . 1) Реализовать изображение нескольких графиков на одних осях. 2) Реализовать несколько координатных осей в одном окне, выводя на каждый по своему графику. 3) Реализовать набор координатных осей на одном окне. Всего осей 5. Здесь на осях 1-4 должны быть представлены фигуры Лиссажу типа эллипс, окружность, прямая с наклоном в одну сторону и в другую. На осях номер 5 должны быть представлены различными цветами данные по оси  $x$  (одинаковые для всех графиков) и данные по осям  $y$  (различаются фазой).

**Дополнительно** построить набор фигур Лиссажу которые различаются частотами. Начальную разность фаз для всех случаев считать одинаковой. Соотношение частот задает преподаватель.

#### Задача 2. Моделирование электрических полей зарядов и мультиполей.

**Задание 1.** Написать функцию, которая рассчитывает распределение электрического поля заряда  $Q$  в заданной точке. На вход функция принимает координаты и величину заряда, а так же координаты точки в которой необходимо определить величину электрического поля. При совпадении координат точки, в которой необходимо вычислить электрическое поле с положением заряда функция должна вернуть NaN.

$$E = \text{point\_charge\_field}(Q, [x_c \ y_c \ z_c], x_m, y_m, z_m);$$

$E$  - вектор электрического поля, имеющий 3 компоненты.

$Q$  - величина заряда в системе СГС,

$[x_c \ y_c \ z_c]$  - трехмерный вектор координат заряда (величины заданы в см)

$[x_m \ y_m \ z_m]$  - трехмерный вектор положения точки, в которой необходимо рассчитать электрическое поле (величины заданы в см).

Аналогично функции *point\_charge\_field* реализовать функцию *point\_charge\_potential* для расчета потенциала точечного заряда. Входные данные те же, только вместо трехмерного вектора электрического поля вычисляется значение потенциала.

**Задание 2.2** Для заряда, величиной +1 заряд СГС, расположенного в точке с координатами  $[0 \ 0 \ 0]$  написать программу расчета конфигурации электрического поля и потенциала в области, имеющей форму прямоугольного параллелепипеда. Параллелепипед задан следующими соотношениями:  $x \in [-5; 5]$ ,  $y \in [-5; 5]$ ,  $z \in [-5; 5]$ . Шаг сетки для расчета величины электрического поля взять равным 0.2 см. Построить трехмерную картину силовых линий электрического поля от такого заряда, Силовые линии должны содержать стрелки с длиной, пропорциональной величине электрического поля. Построить картину поверхностей постоянного потенциала. Визуально убедиться, что эта поверхность имеет сферическую симметрию. Уточнение: функции векторной отрисовки в Matlab (*streamline*, *quiver*) принимают на вход массивы координат, которые рекомендуется генерировать командой *meshgrid*. В двумерном случае массивы получаются логичными. Однако если при генерации в трехмерном случае, у вас размеры массивов получаются и инвертированными координатами  $x$  и  $y$ . Иными словами, если вы создали координатные матрицы командой

```
[X, Y, Z] = meshgrid(x_coords, y_coords, z_coords),
```

массивы  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  будут иметь одинаковый размер. Затем вы создали массив с компонентами электрического поля, чтобы этот массив корректно отображался с помощью встроенной графики,

```
Ex = zeros(size(X)); Ey = zeros(size(Y)); Ez = zeros(size(Z));
```

Затем вы в цикле начинаете заполнять массив значениями компоненты электрического поля, то координата по  $y$  у вас должна идти первой, а по  $x$  - второй. Иными словами цикл должен выглядеть как-то так

```
for i = 1:length(x_coords)
```

```
    for j = 1:length(y_coords)
```

```
        for k = 1:length(z_coords)
```

```
            E = point_charge_field(Q, r_c, [x_coords(i) y_coords(j) z_coords(k)]);
```

```
%Внимание на последовательность индексов в массиве
```

```
            Ex(j, i, k) = E(1);
```

```
            Ey(j, i, k) = E(2);
```

```
            Ez(j, i, k) = E(3);
```

```
        end;
```

```
    end;
```

```
end;
```

**Задание 3.** Задать конфигурацию зарядов (положительного и отрицательного), такую, чтобы получился линейный диполь, ориентированный вдоль оси  $z$ . Построить картину силовых линий для этого диполя на большом расстоянии от него. Построить поверхности постоянного потенциала для диполя. Сравнить полученный результат с теоретическими предсказаниями.

**Задание 4.** Загрузить из файла *chargesN.dat*  $N$  - порядковый номер файла координаты и величины зарядов, которые вы будете рассматривать. Формат файла *chargesN.dat*

$Q1$	$x_{c1}$	$y_{c1}$	$z_{c1}$
$Q2$	$x_{c2}$	$y_{c2}$	$z_{c2}$
.....			
$QN$	$x_{cN}$	$y_{cN}$	$z_{cN}$

Рассчитать поток вектора напряженности через замкнутую поверхность, ограниченную параллелепипедом,  $x \in [-3; 3]$ ,  $y \in [-1; 4]$ ,  $z \in [-9; 1]$ ; Сравнить полученный результат с предсказанием, которое дает теорема Гаусса. Проверить зависимость величины потока вектора напряженности через поверхность параллелепипеда от плотности построения сетки разбиения. Построить график зависимости ошибки вычисления, которая равна разнице между теоретическим потоком вектора напряженности и полученным в результате моделирования.

Решить ту же задачу, только в качестве замкнутой поверхности выступает сфера радиуса  $R$ , с координатами центра  $[x_s, y_s, z_s]$  Координаты центра и радиус сферы выдает преподаватель.

**Задание 5.** Рассмотреть систему, состоящую из точечного заряда с известными координатами и заряженной плоскости. Рассчитать необходимое положение заряда изображения, чтобы электрическое поле вне плоскости совпадало с реальным. Задать на плоскости какую-то область. Определить заряд, индуцированный в границах области. Координаты плоскости и заряда загружаются из файла. Способ задания области на плоскости задает преподаватель (может быть многоугольник или окружность, или ещё какой-то иной вариант задания)

### Задача 3. Моделирование процессов случайного блуждания молекул.

**Задание 1.** Реализовать программу, которая демонстрирует одномерные случайные блуждания  $N$  частиц. В начальный момент времени все частицы расположены в точке с координатой  $x = 0$ ; Новые положения частиц рассчитываются через равные моменты времени  $dt$ , при этом каждая частица смещается случайным образом на расстояние, не превышающее  $dh$  - максимальный шаг частицы. Направление и величина каждого последующего шага не зависит от предыдущих. По оси  $x$  на графике отображается координата частицы, а по оси  $y$  порядковый номер частицы. График должен обновляться с каждым шагом по времени.

**Задание 2.** К картине случайных блужданий из предыдущей задачи добавить гистограмму распределения частиц по координатам. Предусмотреть в программе возможность перестроек гистограммы при изменении числа бинов. Гистограмма должна динамически перестраиваться с увеличением числа шагов. Теоретические предсказания утверждают, что координаты частиц будут подчиняться распределению Гаусса вида

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi ka^2}} \exp\left(-\frac{x^2}{2ka^2}\right).$$

На каждом шаге вычислите “экспериментальные” параметры

распределения Гаусса и выведите функцию распределения на тот же график, что и гистограмма. Сравните среднеквадратичное отклонение, полученное по вашему набору блуждающих частиц с теоретическим предсказанием. При каком количестве шагов отличия между экспериментальным и теоретическим значением будет меньше 1%. Зависит ли это количество шагов от числа частиц, участвующих в моделировании.

**Задание 3.** Получите на экране графики среднего значения координаты частицы  $\langle x \rangle$  и среднего значения квадрата координаты  $\langle x^2 \rangle$ , в зависимости от числа шагов. Реализуйте функции, которые бы аппроксимировали эти зависимости линейными функциями методом наименьших квадратов. Постройте зависимость коэффициентов аппроксимирующих прямых

от числа шагов. Определите число шагов, после которых коэффициенты остаются постоянными с наперед заданной точностью. (1%, 0.1%, 0.01%). Проверьте, зависит ли это число шагов от количества частиц.

**Задание 4.** Рассмотрите двумерную картину случайных блужданий частиц, вышедших из одной точки. Шаги частиц по  $x$  и по  $y$  являются независимыми. Постройте гистограмму распределения частиц по расстоянию частиц от начала координат. Постройте аналитическую функцию распределения частиц по расстоянию от центра, используя для этого значения  $\langle r \rangle$  и  $\langle r^2 \rangle$ , полученные из набора данных. Сравните их с теоретическими значениями.

**Задание 5.** Рассмотрите одномерное движение броуновских частиц в поле тяжести. Для этого на каждом шаге, кроме случайного смещения частиц необходимо добавить постоянно смещение  $b$  в сторону начала координат. При этом следует предусмотреть упругое отражение частиц от дна. Определите среднюю высоту столба частиц, после большого количества шагов.

#### Задача 4. Моделирование движения планет

**Задание 1.** Используя разностную схему с перешагом, нарисовать траекторию плоского движения планеты. Реализовать функцию  $[r, t] = \text{planet2D}(x_0, y_0, vx_0, vy_0, Mc, m, dt, N)$  которая на вход получает начальные координаты и скорости планеты, массу звезды  $Mc$  и массу планеты  $m$ , шаг время расчета  $dt$  и число шагов  $N$ . А на выходе получает массив значений координат траектории планеты и интервалов времени. Нарисовать траекторию движения планеты. В массиве  $t$  должны быть интервалы времени, в которые вычислены координаты планеты.

**Задание 2.** Реализовать функцию,  $\text{area}(R, t, T_0, \text{tau})$  которая будет вычислять заметаемую радиус-вектором планеты площадь за различные промежутки времени. На вход функция должна принимать два параметра –  $T_0$  – момент начала отсчета,  $\text{tau}$  – продолжительность полета планеты для расчета заметенной площади. Построить графики  $S(T_0, \text{tau} = \text{const})$  и  $S(T_0 = \text{const}, \text{tau})$ . Исходя из вида графиков проверить, насколько хорошо выполняется закон сохранения момента импульса. Изменяя шаг по времени, установить, по какому закону изменяется ошибка сохранения момента импульса.

**Задание 3.** 3.3. Проверка закона сохранения секториальной скорости в случае других центральных полей. Для этого предлагается написать функцию, вида  $[r, t] = \text{movement2D}(x_0, y_0, vx_0, vy_0, dt, N, @force(r))$ . Функция абсолютно аналогична функции  $\text{planet2D}$ , но в качестве доп. параметра ей передается функция вычисления силы. Предварительно реализовать функции силы в центральном поле. Рассмотреть поля  $U = ar, 1/r^2, 1/r^n, f = \text{const}$ .

**Задание 4** Найти точки максимального и минимального удаления траектории от центра. При достаточно больших  $N$  в массиве будет наблюдаться несколько максимумов и несколько минимумов. Исходя из положений локальных максимумов или минимумов можно вычислить период обращения планеты, а величина  $(r_{max} + r_{min}) / 2 = a$  дает нам величину большой полуоси эллипса. Проверить выполнение третьего закона Кеплера. Для этого построить зависимости  $T(a)$  в двойных логарифмических координатах при различных начальных данных. Полученные результаты аппроксимировать линейной зависимостью с помощью функций *polyfit*. Найти величину наклона кривой. После этого построить зависимость  $T^2/a^3$  от величины массы звезды. Проверить что зависимость получается  $1/Mc$ .

**Задание 5** Проверить, что полученная траектория является эллипсом или гиперболой. Получить параметры эллипса. Реализовать функцию  $[a, b, x_0, y_0, \cos(\text{beta}), \text{type}] = \text{curve2order}(x, y)$ ; Входные данные - массив координат планет. Выходные данные - большая

(a) и малая (b) полуоси, координаты  $(x_0, y_0)$  центра кривой второго порядка и косинус угла наклона большой полуоси к оси  $x$ , и тип кривой (+1 - эллипс, -1 - гипербола).

### **Список задач, предлагаемых для выполнения самостоятельной работы по моделированию:**

Потери пучка при прохождении через вещество;  
Модель диодного выпрямителя и схемы выпрямления синусоидального сигнала;  
Численная реализация простейшей модели радуги;  
Определение цвета «черного тела»;  
Расчет и изображение падения обломков космической станции на Землю;  
Колебания связанных маятников;  
Расчет и изображение силовых линий магнитного поля в плоской модели «бутылки Тамма-Сахарова» и расчет удержания и потерь частиц в такой модели;  
Создание программы-настройщика гитары

### **Самостоятельная работа студентов (42 часа)**

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к практическим занятиям.	42
Подготовка к зачету	0

#### **5. Перечень учебной литературы**

1. Коткин Г.Л., Попов Л.К., Черкасский В.С. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием Matlab: Учебное пособие / Новосиб. ун-т. Новосибирск, 2017

2. Тематические текстовые и видео ресурсы в сети Интернет по обучению работы в пакете Matlab.

#### **6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.**

Для самостоятельной работы студентов вспомогательные ресурсы (задания, методические пособия в электронном виде, исходные тексты базовых программ) размещены на сервере терминального класса, в котором проходят занятия, а также на сайте <http://ff1.ccphys.nsu.ru>

#### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:
- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
  - образовательные интернет-порталы;
  - информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

#### **7.1 Современные профессиональные базы данных**

Не используется

## **7.2. Информационные справочные системы**

Не используется

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office. Кроме того, для обучения используется базовый программный пакет «Matlab R2014».

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

Для реализации дисциплины «Атомного практикума» используются специальные помещения:

1. Лаборатории для проведения практических занятий, текущего контроля, промежуточной аттестации.

2. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Учебные лаборатории укомплектованы специализированной мебелью и лабораторным оборудованием для обеспечения преподавания дисциплины, а также техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации по дисциплине.

3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

### **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.**

#### **10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

##### ***Текущий контроль***

Текущий контроль осуществляется при выполнении обязательных заданий, которые позволяют студенту ответить на поставленные физические вопросы с помощью полученных на экране компьютера соответствующих зависимостей. Блок заданий, объединенных в задачу считается выполненными при успешном выполнении всех входящих в него заданий.

##### ***Промежуточная аттестация***

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленные компетенции ОПК-5 и ПК-5 сформированы не ниже порогового уровня.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем.

Для оценивания выполнения обучающимся лабораторных работ используется "пятибалльная" шкала:

- «отлично» - необходимо выполнить все четыре задания и реализовать самостоятельную (по согласованию с преподавателем) задачу моделирования (продвинутый уровень освоения компетенций);

- «хорошо» - достаточно выполнить четыре задания (базовый уровень освоения компетенций);

- «удовлетворительно» - требуется выполнить полностью три задания (пороговый уровень освоения компетенций);

- «неудовлетворительно» - уровень усвоения компетенций не сформирован.

### Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Компьютерное моделирование физических явлений»

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
ОПК-3.1	Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/ не существенных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
ОПК-3.2	Наличие умений	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продemonстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации (приложение 1), предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

