

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Кемеровский государственный университет  
Институт фундаментальных наук**

«УТВЕРЖДАЮ» Директор института



Гудов А.М.

2017 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Компьютерное моделирование физических явлений**

Направление подготовки

*03.03.02 Физика*

Направленность (профиль) подготовки

*«Физическое материаловедение»*

Уровень бакалавриата

Форма обучения

*очная*

Кемерово 2017

Утверждена с обновлениями Ученым советом Физического факультета  
(протокол Ученого совета факультета № 9 от 17 февраля 2014 г.)

Утверждена с обновлениями Ученым советом Физического факультета  
(протокол Ученого совета факультета № 11 от 20 февраля 2015 г.)

Утверждена с обновлениями Ученым советом Физического факультета  
(протокол Ученого совета факультета № 7 от 15 февраля 2016 г.)

Рабочая программа утверждена с обновлениями Учёным советом Института фундаментальных наук (протокол Учёного совета № 7 от 20.02.2017)

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры общей физики  
(протокол № 5 от 09.02.2017 г.)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по направлению <i>Физика</i> ...	4
2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата .....	4
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	5
3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах).....	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	6
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	6
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).....	6
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	8
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	9
6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине.....	9
6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы.....	10
6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.....	19
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	21
а) основная учебная литература:.....	21
б) дополнительная учебная литература:.....	21
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.....	21
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	22
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	24
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	24
12. Иные сведения и (или) материалы .....	25
12.1. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	25

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по направлению *Физика*

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Код компетенции</i>	<b>Результаты освоения ООП Содержание компетенций</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</b>
ОПК-5	способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией	<b>Знать:</b> цели и задачи моделирования физических явлений; возможности современных пакетов математического моделирования; ключевые возможности математических пакетов Matlab, Scilab, Octave; графический интерфейс и наиболее эффективные приемы работы в системе Matlab.
ОПК-3	способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	<b>Знать:</b> основные принципы программирования в среде Matlab; программные средства, используемые при решении физических задач. <b>Уметь:</b> анализировать условия задачи и составлять уравнения, математически описывающие рассматриваемые физические явления; выбирать наиболее подходящие вычислительные средства и методы для их решения; подготавливать m-файлы различных типов (программы и функции), работать с редактором m-файлов. <b>Владеть:</b> численными методами решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих движение тела в неоднородном силовом поле, колебательные процессы; методами моделирования электрических и магнитных полей средствами Matlab.
ПК-5	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	<b>Уметь:</b> выполнять построение и проводить анализ фазового портрета колебательной системы; анализировать результаты расчетов напряженностей электрических и магнитных полей, созданных различными источниками. <b>Владеть:</b> методами обработки массивов данных с использованием инструментария универсальных математических пакетов; методами визуализации физических явлений и процессов с использованием встроенных графических функций Matlab.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Данная дисциплина реализуется в рамках вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» программы бакалавриата. Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих учебных курсов: программирование, численные методы и математическое моделирование, курсы модуля «Общая физика» (механи-

ка, электричество и магнетизм), математический анализ, дифференциальные уравнения, векторный и тензорный анализ.

Дисциплина «Компьютерное моделирование физических явлений» связывает анализ физических процессов с инструментарием современных информационных технологий и поэтому играет интегрирующую роль, способствуя развитию навыков использования вычислительных систем для решения профессиональных задач. В частности, умения и навыки, сформированные при изучении курса «Компьютерное моделирование физических явлений» будут использоваться студентами при выполнении курсовых и дипломных работ.

### **3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетные единицы (ЗЕ), 72 академических часов.

#### **3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)**

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36
Аудиторная работа (всего):	36
в т. числе:	
Лекции	–
Практические занятия	36
Лабораторные работы	–
в т.ч. в активной и интерактивной формах	10
Внеаудиторная работа (всего):	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36
Изучение рекомендованной литературы по курсу	14
Решение домашних заданий, выполнение индивидуальных заданий, самостоятельная работа в компьютерном классе	22
Вид промежуточной аттестации обучающегося: зачет	

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
			аудиторные учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся	
			лекции	практические занятия		
1.	Основные принципы работы в Matlab. Графическое представление результатов расчетов	14	–	8	6	Контрольная работа
2.	Программирование в Matlab и Scilab. Моделирование статических электрических и магнитных полей	18	–	8	10	Тестирование
3.	Моделирование механического движения тел в однородных и неоднородных силовых полях. Моделирование колебательных процессов	40	–	20	20	Индивидуальная работа

**4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
<i>Темы практических занятий</i>		
1	<b>Основные принципы работы в Matlab. Графическое представление результатов расчетов.</b>	
1.1	Цели и задачи моделирования физических явлений. Современные универсальные математические пакеты.	Моделирование физических процессов и явлений – цели, методы и подходы. Возможности и области применения современных математических пакетов. Возможности математического пакета Matlab. Свободно распространяемые аналоги Matlab – пакеты Scilab и Octave. Пакеты расширения Matlab (тулбоксы).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
<i>Темы практических занятий</i>		
1.2	Графический интерфейс и основные команды главного меню Matlab	Командное окно программы Matlab. Работа с командным окном, основные комбинации клавиш и команды управления окном. Инструментальная панель. Редактор/отладчик m-файлов. Импорт и экспорт данных. Справочная система. Проведение простых вычислений без создания m-файлов.
1.3	Основные принципы работы в Matlab	Простые переменные и основные типы данных в Matlab. Формы представления действительных и комплексных чисел, способы ввода матриц, операции над матрицами. Элементарные математические выражения. Операторы и встроенные функции Matlab. Функции пользователя. Работа с редактором m-файлов.
1.4	Графическое представление результатов расчетов	Графические возможности системы Matlab. Встроенные графические функции рисования графиков функций одной и двух переменных plot, polar, plot3, mesh, surf: возможности, синтаксис, таблицы управляющих символов. Построение и анализ графиков функций одной и двух переменных, управление графическим окном. Построение линий уровня с помощью функции contour. Семейство функций ezplot.
2.	<b>Программирование в Matlab и Scilab. Моделирование статических электрических и магнитных полей</b>	
2.1	Основные принципы программирования в системах Matlab и Scilab.	Основы программирования в системах Matlab и Scilab. Различные типы m-файлов. Особенности работы с программами-функциями. Управление последовательностью исполнения операторов: оператор условия if, оператор переключения switch, оператор условия while, оператор цикла for. Анонимные функции. Специальные математические функции. Обработка массивов и матриц в среде Matlab. Эффективные алгоритмы численного решения алгебраических уравнений, систем линейных алгебраических уравнений, расчета производных, суммирования и интегрирования.
2.2	Численное моделирование статических электрических и магнитных полей в системе Matlab.	Расчет и визуализация силовых линий напряженности электростатического поля, созданного различными системами точечных зарядов, равномерно заряженной нитью, равномерно заряженной пластиной. Расчет и визуализация напряженности магнитного поля витка с током. Исследование магнитного поля соленоида.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
<i>Темы практических занятий</i>		
3.	<b>Моделирование механического движения тел в однородных и неоднородных силовых полях. Моделирование колебательных процессов</b>	
3.1	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Встроенные функции семейства ode** системы Matlab для решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем. Решение ОДУ методами Рунге-Кутты 4-5 порядков. Формат вызова функций ode** и управление алгоритмом поиска решения. Последовательность действий при решении ОДУ и визуализация результатов вычислений. Решение "жестких" задач. Управление обработкой событий, прерывание решения при обнулении заданных пользователем индикаторных функций.
3.2	Механическое движение тела в однородных и неоднородных силовых полях.	Моделирование баллистического движения тел в гравитационном поле без учета (малые скорости движения) и с учетом (для больших скоростей) силы сопротивления среды. Численное решение уравнений движения с использованием метода Рунге-Кутты 4-5 порядков. Анализ влияния сил сопротивления среды на параметры движения (путь, траекторию, скорость, ускорение). Исследование истинной формы траектории полета артиллерийских снарядов при учете сил сопротивления воздуха. Определение величины второй космической скорости путем прямого численного эксперимента. Исследование траекторий движения космических аппаратов в окрестностях массивных небесных тел при различных начальных условиях.
3.3	Моделирование колебательных процессов в системах различной природы.	Исследование колебаний одномерного осциллятора на основе численных решений дифференциальных уравнений движения. Построение фазового портрета колебательной системы и анализ фазовых траекторий. Визуализация колебаний систем с одной и двумя степенями свободы. Методы решения жестких систем на примере осциллятора с нелинейным затуханием Ван-дер-Поля. Хаотические системы. Уравнения Лоренца. Регулярные и странные аттракторы. Решение уравнений Лоренца и исследование динамического хаоса на примере странного аттрактора Лоренца.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (входят в состав УМК)**

1. Методические указания для преподавателей и студентов.
2. Комплект слайд-лекций.
3. Примеры входных файлов.
3. Контрольно-измерительные материалы (варианты для контрольных работ).



## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	наименование оценочного средства
1.	Основные принципы работы в Matlab. Графическое представление результатов расчетов.	<p>ОПК-5 <i>Знать:</i> цели и задачи моделирования физических явлений; возможности современных пакетов математического моделирования; ключевые возможности математических пакетов Matlab, Scilab, Octave; графический интерфейс и наиболее эффективные приемы работы в системе Matlab.</p> <p>ПК-5 <i>Владеть:</i> методами визуализации физических явлений и процессов с использованием встроенных графических функций Matlab.</p>	Контрольная работа. Зачет
2.	Программирование в Matlab и Scilab. Моделирование статических электрических и магнитных полей.	<p>ОПК-3 <i>Знать:</i> основные принципы программирования в среде Matlab; программные средства, используемые при решении физических задач.</p> <p><i>Владеть:</i> методами моделирования электрических и магнитных полей средствами Matlab.</p> <p>ПК-5 <i>Уметь:</i> анализировать результаты расчетов напряженностей электрических и магнитных полей, созданных различными источниками.</p> <p><i>Владеть:</i> методами обработки массивов данных с использованием инструментария универсальных математических пакетов.</p>	Тестовые задания
3.	Моделирование механического движения тел в однородных и неоднородных силовых полях. Моделирование колебательных процессов	<p>ОПК-3 <i>Уметь:</i> анализировать условия задачи и составлять уравнения, математически описывающие рассматриваемые физические явления; выбирать наиболее подходящие вычислительные средства и методы для их решения; подготавливать m-файлы различных типов (программы и функции), работать с редактором m-файлов.</p> <p><i>Владеть:</i> численными методами решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих движение тела в</p>	Выполнение индивидуальных заданий. Зачет

		<p>неоднородном силовом поле, колебательные процессы.</p> <p>ПК-5</p> <p><i>Уметь:</i> выполнять построение и проводить анализ фазового портрета колебательной системы.</p> <p><i>Владеть:</i> методами обработки массивов данных с использованием инструментария универсальных математических пакетов.</p>	
--	--	---	--

## 6.2 Типовые контрольные задания или иные материалы

### 6.2.1. Зачет

а) типовые задания:

1. Находящееся на поверхности земли тело шаровой формы с массой  $m = 1$  кг в момент времени  $t = 0$  получило начальный импульс  $100$  кг·м/с (проекция вдоль вертикальной оси). Построить графики зависимости скорости подъема тела от времени с учетом и без учета силы сопротивления воздуха. Определить высоту подъема с учетом и без учета силы сопротивления воздуха.

2. Построить траекторию движения Марса в системе координат, связанной с Землей. Определить зависимость расстояния между Землей и Марсом от времени.

3. Получить численное решение нелинейного уравнения колебаний математического маятника  $\ddot{\varphi} + \omega_0^2 \sin \varphi = 0$ , где  $\omega_0 = 2$  с<sup>-1</sup>, при начальных условиях  $\varphi(0) = \pi/3$ ,  $\dot{\varphi}(0) = -0,2$  рад/с. Построить зависимости потенциальной и кинетической энергий маятника от времени.

4. Решить уравнение движения горизонтального пружинного маятника с учетом силы сухого трения. Масса груза:  $m = 1,2$  кг, жесткость пружины  $k = 7$  Н/м, коэффициент трения  $\mu = 0,04$ , начальные условия задать самостоятельно. Представить в графическом виде зависимость координаты груза от времени  $x(t)$  и изобразить фазовую траекторию.

5. Горизонтальный пружинный маятник, находящийся в вязкой среде (масса груза  $m = 95$  г, жесткость пружины  $k = 10$  Н/м, коэффициент сопротивления среды  $r = 0,02$  кг/с), вывели из положения равновесия путем отклонения на  $6$  см. Решить уравнение движения маятника, представить в графическом виде зависимость координаты груза от времени  $x(t)$  и изобразить фазовую траекторию.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- правильность решения практической задачи;
- знание наиболее эффективных приемов работы в Matlab
- владение типовым программным инструментарием Matlab;
- умение представлять результаты в графическом виде.

в) описание шкалы оценивания:

- оценивание результатов выполнения задания проводится по 20-балльной шкале;

### 6.2.2. Задания для контрольной работы

а) типовые задания:

#### Вариант № 1

1. Постройте график строфоиды в полярной системе координат ( $r = -a \cos 2\varphi / \cos \varphi$ ).

2. Постройте линии уровня функции  $z(x,y)$  в заданной области  $D$ :

$$z(x, y) = (x^2 + y^2) \sin(\sqrt{x^2 + y^2}), \quad D = \{(x, y): -5 \leq x, y \leq 5\}$$

График должен иметь заголовок, подписанные оси и выведенную цветовую шкалу. Число линий уровня задать равным 40. Области между линиями уровня должны быть закрашены. Цветовая палитра – *cool*.

#### Вариант № 2

1. Постройте график кривой, заданной уравнением  $x^3 + y^3 - 3axy = 0$ .

2. Постройте график функции 2-х переменных  $z(x,y)$  в заданной области  $D$ :

$$z(x, y) = \frac{1 + x - y^2}{\sqrt{1 + x^2 + y^2}}, \quad D = \{(x, y): -4 \leq x \leq 4, -3 \leq y \leq 3\}$$

График должен иметь вид закрашенной поверхности с эффектом освещения. Палитра – *summer*. Закраска граней с использованием линейной интерполяции цвета. Оси графика должны быть подписаны.

#### Вариант № 3

1. В полярной системе координат постройте график кривой, заданной уравнением  $r = 2a(1 + \cos\varphi)$ .

2. Постройте график функции 2-х переменных  $z(x,y)$  в заданной области  $D$ :

$$z(x, y) = 10 \cos(\sqrt{3x^2})(1 + \sin y), \quad D = \{(x, y): -2 \leq x \leq 5, 0 \leq y \leq 10\}$$

График должен иметь вид закрашенной поверхности с использованием палитры *copper*. Оси графика должны быть подписаны.

#### Вариант № 4

1. Постройте график кривой, заданной уравнением  $y = 3x^3 + 10\sin x$ . Цвет линии – зеленый. Тип символа – квадрат.

2. Постройте линии уровня функции  $z(x,y)$  в заданной области  $D$ :

$$z(x, y) = 2x^2 + y^2 \cos(0.5x) - 10, \quad D = \{(x, y): -10 \leq x \leq 0, 0 \leq y \leq 10\}$$

График должен иметь заголовок, подписанные оси и выведенную цветовую шкалу. Число линий уровня задать равным 30. Области между линиями уровня должны быть закрашены.

#### Вариант № 5

1. Постройте график кривой, заданной параметрическими уравнениями  $x = 3\cos 2t, y = 5\sin 2t, z = 0, 2t$ . Тип линии – пунктирная. Цвет линии – красный.

2. Постройте график функции 2-х переменных  $z(x,y)$  в заданной области  $D$ :

$$z(x, y) = \cos x \cdot \sin(\sqrt{3y^2 + x^4}), \quad D = \{(x, y): 0 \leq x \leq 4, -10 \leq y \leq 10\}$$

График должен иметь вид сетчатой поверхности. Палитра – *hot*. Оси графика должны быть подписаны.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- владение методами построения графиков с использованием встроенных графических функций Matlab;
- знание наиболее эффективных приемов работы в Matlab.

в) описание шкалы оценивания:

- оценивание результатов проводится по 10-балльной шкале;

### 6.2.3. Тестовые задания

а) типовые задания:

1. Круглые скобки используются в системе Matlab для следующих целей (выберите один или несколько вариантов ответа):

- а) указания порядка выполнения арифметических операций;
- б) формирования массива;
- в) выбора элементов массива;
- г) указания диапазона в списке при формировании массива.

2. Оператор двоеточие применяется для (выберите один или несколько вариантов ответа):

- а) разделения элементов списка при формировании строки массива;
- б) указания диапазона в списке при формировании массива;
- в) транспонирования матрицы;
- г) транспонирования с комплексным сопряжением.

3. Символ % применяется:

- а) для указания диапазона в списке при формировании массива;
- б) для разделения элементов списка при формировании строки массива;
- в) в качестве указателя строки комментария;
- г) для расчета процентов.

4. При формировании строки массива вместо запятой для разделения элементов списка можно использовать:

- а) пробел;
- б) слэш;
- в) двоеточие;
- г) символ #.

5. Для подавления вывода результатов расчета в командном окне используется символ:

- а) !
- б) &
- в) ;
- г) ,

6. Результатом выполнения следующей последовательности команд будет ....

```
>> a = [1 2 3];  
>> b = [1 4 6];  
>> a./b
```

7. Результатом выполнения следующей последовательности команд будет ....

```
>> a = [2 6];  
>> b = [1 3];  
>> a.\b
```

8. Результатом выполнения следующей последовательности команд будет ....
- ```
>> a = [1 -1 2];  
>> b = [1 2 3];  
>> a.*b
```
9. Для чего используются операторы “.”+” и “.”-” ?
- для выполнения поэлементного сложения и вычитания;
  - для сложения и вычитания матриц;
  - таких операторов в системе Matlab не существует.
10. Среди арифметических операторов наибольший приоритет имеют:
- операторы возведения в степень;
  - операторы сложения и вычитания.
  - операторы умножения и деления.
11. Можно ли использовать операторы отношения для поэлементного сравнения двух матриц:
- да; б) нет.
12. Могут ли операторы отношения использоваться в выражениях, вводимых в командном окне системы Matlab, наряду с арифметическими операторами:
- да; б) нет.
13. Результатом логической операции “исключающее ИЛИ” будет 1 лишь в том случае:
- когда оба операнда равны нулю;
  - когда оба операнда не равны нулю;
  - когда один из операндов равен нулю, а другой не равен.
14. Какое из утверждений является верным:
- приоритет логических операторов (кроме оператора логического отрицания) ниже, чем приоритет арифметических операторов;
  - приоритет логических операторов (кроме оператора логического отрицания) выше, чем приоритет арифметических операторов;
  - вычисление выражений всегда происходит слева направо, независимо от приоритета операторов.
15. Результатом выполнения следующей последовательности команд будет ....
- ```
>> x=1; y=2; z=3;  
>> ((x+y)==z)+(y<z)+(x<=y)
```
16. В каком формате возвращает дату функция clock:
- во внутреннем числовом формате;
  - в векторном формате;
  - в строковом формате.
17. Функция ones используется для создания:
- единичной матрицы;
  - матрицы, все элементы которой равны 1;
  - нулевой матрицы.
18. Для нахождения обратной матрицы используется функция:
- det;
  - inv;

в) символ ‘

19. Функция `log` предназначена для вычисления:

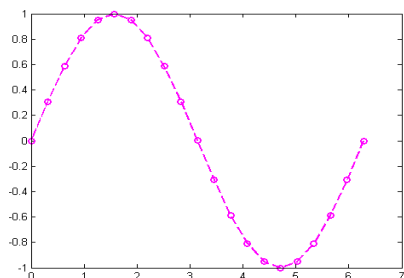
- а) десятичного логарифма;
- б) натурального логарифма;
- в) логарифма числа по произвольному основанию.

20. Функция `besselh` предназначена для вычисления:

- а) функции Ганкеля;
- б) функции Бесселя первого рода;
- в) функции Бесселя второго рода.

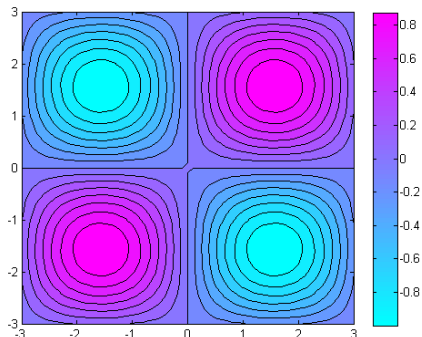
21. Установите соответствие между приведенными графиками и графическими функциями Matlab, позволяющими получать графики данного типа.

1)



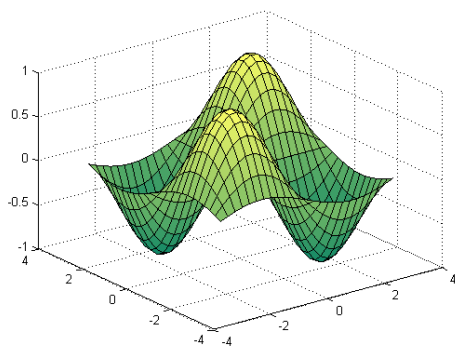
а) `mesh`

2)



б) `surf`

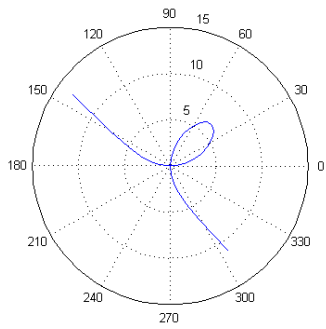
3)



в) `plot`

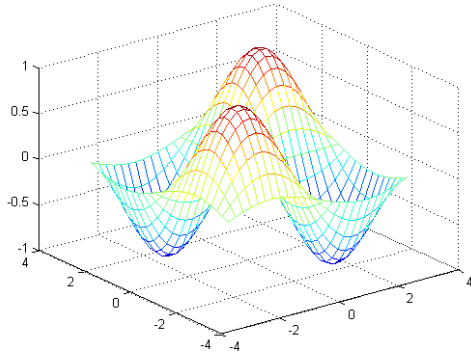
4)

г) `plot3`



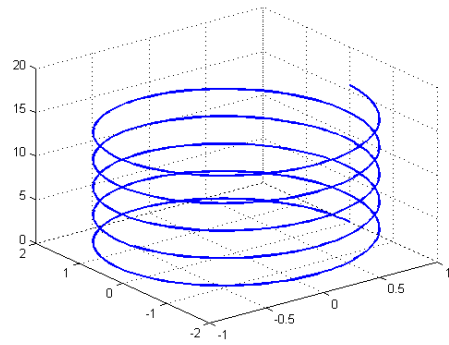
5)

д) contour



б)

е) polar



22. Функция  $[X, Y] = \text{meshgrid}(x, y)$  используется

- а) для генерации координат узлов прямоугольной сетки по заданным векторам  $x, y$ ;
- б) перемножения векторов  $x, y$ ;
- в) генерации одномерных массивов  $X, Y$  по заданным векторам  $x, y$ ;

23. Установите соответствие между командами и их назначением.

- |           |   |
|-----------|---|
| 1) grid   | а) подписи для кривых на графике                  |
| 2) axis   | б) подпись к оси $x$                              |
| 3) xlabel | в) вывод заголовка графика                        |
| 4) title  | г) установка диапазонов координат по осям графика |
| 5) legend | д) отображение координатной сетки                 |
| 6) figure | е) создание нового активного графического окна    |

24. Как найти сумму чисел от 10 до 23 с помощью оператора цикла for? Составьте и запишите соответствующую программу с использованием операторов Matlab.

25. После выполнения следующей последовательности команд переменная **a** примет значение

....

```
a = 2; s = 9;
while a < s
    a = a + 3;
end
```

26. После выполнения следующей последовательности команд переменная **c** примет значение

....

```
a = 7;
if rem(a, 2) == 0
    disp('a четно')
    c = a/2;
    disp(['c = ' num2str(c)])
end
c = a*2
```

27. После выполнения следующей последовательности команд переменная **c** примет значение

....

```
a = 3;
b = 4;
c = 10;
if (a < b) & (b >= c)
    c = 5;
end
```

28. Дана функциональная зависимость:  $z = x + 5\cos(y)$ . Выражение для соответствующей анонимной функции Matlab имеет вид .....

29. Какую функцию рекомендуется использовать при первоначальной попытке нахождения численного решения ОДУ?

- а) ode45;
- б) ode23;
- в) ode113;
- г) ode15s;
- д) ode23t.

30. Функция odeset используется для:

- а) решения обыкновенных ДУ методом Рунге-Кутты;
- б) решения обыкновенных ДУ многошаговым методом Адамса-Башфорта-Моултона;
- в) задания параметров, управляющих ходом решения ОДУ;
- г) непосредственного формирования массивов T, Y;

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- количество правильных ответов.

в) описание шкалы оценивания:

- оценивание результатов проводится по 14-балльной шкале;



## 6.2.4. Индивидуальные задания

а) типовые задания:

1. Решить систему линейных дифференциальных уравнений с заданными начальными условиями:

$$\dot{x}_1 = -3x_1 + 10, \quad x_1(0) = 0;$$

$$\dot{x}_2 = x_1 - 3x_2, \quad x_2(0) = 0;$$

$$\dot{x}_3 = 4x_2 - x_3, \quad x_3(0) = 0.$$

2. Решить систему линейных дифференциальных уравнений с заданными начальными условиями:

$$\dot{x}_1 = -3x_1 + 7, \quad x_1(0) = 0;$$

$$\dot{x}_2 = x_1 - 2x_2, \quad x_2(0) = 0;$$

$$\dot{x}_3 = 3x_2 - x_3, \quad x_3(0) = 0.$$

3. Решить систему линейных дифференциальных уравнений с заданными начальными условиями:

$$\dot{x}_1 = 2x_1 - 5, \quad x_1(0) = 0;$$

$$\dot{x}_2 = x_1 + 2x_2, \quad x_2(0) = 0;$$

$$\dot{x}_3 = x_2 - 2x_3, \quad x_3(0) = 0.$$

4. На отрезке  $[-2, 5]$  найти численное решение дифференциального уравнения, удовлетворяющее указанным начальным условиям:

$$xy'' + x^2 + xy - y = 0, \quad y(-2) = 0.6, \quad y'(-2) = 2.$$

Построить графики полученных решений для функций  $y(x)$ ,  $y'(x)$  (с подписями для соответствующих кривых).

5. На отрезке  $[1, 2]$  найти численное решение дифференциального уравнения, удовлетворяющее указанным начальным условиям:

$$ty'' = 2t^2y + \sqrt{1 + y'^2}, \quad y(1) = -2, \quad y'(1) = 0.$$

Построить графики полученных решений для функций  $y(t)$ ,  $y'(t)$  (с подписями для соответствующих кривых).

6. Численно решить уравнение движения гармонического осциллятора  $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$ , где  $\omega_0 = 5 \text{ с}^{-1}$  – циклическая частота, при начальных условиях  $x(0) = 0$ ,  $v(0) = -4$ . Представить в графическом виде зависимость координаты от времени  $x(t)$  и изобразить фазовую траекторию.

7. Постройте зависимости потенциальной и кинетической энергий гармонического осциллятора от времени. Определите, в какие моменты времени эти зависимости достигают своего наибольшего и наименьшего значения? Где находится в эти моменты времени момент осциллятора?

8. Уравнение  $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$  описывает колебания гармонического осциллятора при малом начальном отклонении от положения равновесия, т.е. при достаточно малых амплитудах колебаний. Для описания движения осциллятора с конечными амплитудами в выражении для возвращающей силы необходимо учесть члены, пропорциональные второй и более высоким степеням  $x$ , а уравнение движения примет следующий вид:  $\ddot{x} + \omega_0^2 x + \alpha x^2 = 0$ . Получите решение этого уравнения при различных значениях параметра  $\alpha$ . Представьте в графическом виде зависимость координаты от времени  $x(t)$  и изобразите фазовую траекторию.

9. Исследуйте и опишите особенности движения линейного осциллятора с учетом силы сопротивления среды, пропорциональной скорости:  $\ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$ . Считать, что в начальный момент времени система находится в положении равновесия ( $x(0) = 0$ ,  $v(0) = 0$ ). Рассмотрите случаи, когда  $\beta \ll 1$  (малое сопротивление),  $\beta \gg 1$  (случай большого сопротивления).

10. Исследуйте и опишите особенности движения линейного осциллятора под влиянием силы  $F(t)$ :

а)  $F(t) = \text{const} = F_0$ ;

б)  $F(t) = A \sin(\omega t)$ ;

в)  $F(t) = F_0 \exp(-\alpha t)$

считая, что в начальный момент времени система находится в положении равновесия ( $x(0) = 0$ ,  $v(0) = 0$ ). Рассмотрите случаи, когда  $\alpha, \beta \ll \omega_0$ ,  $\alpha, \beta \cong \omega_0$ ,  $\omega = \omega_0$ ,  $\alpha, \beta \gg \omega_0$ .

11. Исследуйте и опишите особенности движения линейного осциллятора под влиянием силы  $F(t)$ :

а)  $F(t) = bt$  (где  $b - \text{const}$ );

б)  $F(t) = A \cos(\omega t)$ ;

в)  $F(t) = F_0 \exp(-\alpha t) \cos(\beta t)$ ,

считая, что в начальный момент времени система находится в положении равновесия ( $x(0) = 0$ ,  $v(0) = 0$ ). Рассмотрите случаи, когда  $\alpha, \beta \ll \omega_0$ ,  $\alpha, \beta \cong \omega_0$ ,  $\omega = \omega_0$ ,  $\alpha, \beta \gg \omega_0$ .

12. Исследуйте и опишите особенности движения линейного осциллятора под влиянием силы  $F(t)$ :

а)  $F(t) = b/t$  (где  $b - \text{const}$ );

б)  $F(t) = A \sin^2(\omega t)$ ;

в)  $F(t) = F_0 \exp(-\alpha t) \cos^2(\beta t)$ ,

считая, что в начальный момент времени система находится в положении равновесия ( $x(0) = 0$ ,  $v(0) = 0$ ). Рассмотрите случаи, когда  $\alpha, \beta \ll \omega_0$ ,  $\alpha, \beta \cong \omega_0$ ,  $\omega = \omega_0$ ,  $\alpha, \beta \gg \omega_0$ .

13. Вычислите потенциал и напряженность электрического поля, созданного диполем. Результаты представьте в графическом виде.

14. Вычислите потенциал и напряженность электрического поля, созданного системой трех точечных равных по модулю электрических зарядов, расположенных в вершинах равностороннего треугольника. Расчеты проведите для плоскости, в которой расположены заряды. Рассмотрите все различные сочетания знаков зарядов.

15. Вычислите потенциал и напряженность электрического поля, созданного системой четырех точечных равных по модулю электрических зарядов, расположенных в вершинах квадрата. Расчеты проведите для плоскости, в которой расположены заряды. Рассмотрите все различные сочетания знаков зарядов.

16. Вычислите напряженность электрического поля, созданного равномерно заряженным тонким кольцом. Расчеты провести в плоскости, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его ось. Результаты представить в графическом виде с помощью поля единичных векторов.

17. Вычислите напряженность электрического поля, созданного равномерно заряженной тонкой круглой пластиной. Расчеты провести в плоскости, перпендикулярной плоскости пластины и проходящей через ее ось. Дайте анализ характеристик поля на малом и на большом расстоянии от пластины.

18. Вычислите напряженность электрического поля, созданного равномерно заряженной тонкой прямоугольной пластиной. Дайте анализ характеристик поля на малом и на большом расстоянии от пластины.

19. Вычислите напряженность магнитного поля кругового витка с током в плоскости, перпендикулярной плоскости витка и проходящей через его ось. Результаты представьте в графическом виде с помощью поля единичных векторов.

20. Вычислите напряженность магнитного поля витка с током, имеющего форму кардиоиды. Расчеты провести в плоскости витка. Результаты представить в графическом виде.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

- правильность решения задачи;
- умение анализировать условия задачи и составлять уравнения;
- умение работать с редактором m-файлов (подготовка и отладка программ);

- владение методами решения ОДУ и обработки полученных результатов.

в) описание шкалы оценивания:

- оценивание результатов проводится по 20-балльной шкале;

### **6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

Оценка работы студента в течение семестра (текущий рейтинг) производится в соответствии со следующей таблицей:

№	Вид деятельности	Комментарий	Максимальный балл	Количество	Суммарный текущий балл
1	Практическое занятие		2	18	36
2	Контрольная работа, тест по итогам занятия		10	1	10
3	Контрольная работа, тест по итогам занятия		14	1	14
4	Другой вид деятельности	Выполнение индивидуальных заданий	20	1	20
					<b>R<sub>i</sub> текущий = 80</b>
5	Зачет		20	1	<b>R<sub>i</sub> итоговый =20</b>

Работа студентов на практических занятиях оценивается следующим образом:

- отсутствие на занятии либо невыполнение предложенных заданий – 0 баллов.
- выполнение предложенных заданий в установленные сроки, уверенное использование стандартных приемов работы в системе Matlab – 1 балл;
- высокая активность на практическом занятии, инициативность при выборе средств решения, выполнение предложенных заданий в короткий срок – 2 балла.

Оценка результатов выполнения контрольной работы, индивидуального задания, заданий на зачете:

- задание должно быть выполнено студентом самостоятельно;
- результат выполнения оформляется в виде отдельного m-файла; студент должен быть готов ответить на вопросы о том, что делает тот или иной оператор;

Общие критерии оценивания компетенций:

- правильность решения практической задачи, понимание физической сущности явлений;
- умение использовать программные инструменты Matlab;
- способность проанализировать результаты с физической точки зрения.

Достигнутый уровень обученности студента (итоговая отметка) определяется в соответствии с алгоритмом, приведенным в таблице.

Уровни усвоения материала и сформированности способов деятельности	Конкретные действия студентов, свидетельствующие о достижении данного уровня
Первый меньше 50 баллов «неудовлетворительно»	Результаты обучения студентов свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.
Второй (репродуктивный) от 51 до 65 баллов «удовлетворительно»	<p>Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что студенты обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Студенты способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– воспроизводят термины, конкретные факты, методы и процедуры, основные понятия, правила и принципы;</li> <li>– проводят простейшие расчеты;</li> <li>– выполняют задания по образцу (или по инструкции).</li> </ul>
Третий (реконструктивный) от 66 до 85 баллов «хорошо»	<p>Студенты продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности по дисциплине. Студенты способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– объясняют факты, правила, принципы;</li> <li>– составляют уравнения, математически описывающие рассматриваемые физические явления;</li> <li>– способны проанализировать результаты решения задачи с физической точки зрения;</li> <li>– способны представить результаты решения в графической форме с использованием возможностей системы Matlab;</li> <li>– способны описать поведение системы при изменении начальных условий;</li> <li>– применяют известные методы решения стандартных физических задач.</li> </ul>
Четвертый (творческий) от 86 до 100 баллов «отлично»	<p>Студенты способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ориентируются в потоке физической информации, определяют источники необходимой информации, способны ее получать и анализировать;</li> <li>– планируют свои действия при решении задачи, предлагают метод решения;</li> <li>– реализуют алгоритм решения с использованием встроенного языка программирования Matlab;</li> <li>– проводят отладку написанной программы;</li> </ul>

- |  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>– используют методы управления обработкой событий при решении ОДУ в системе Matlab;</li><li>– оценивают соответствие выводов имеющимся данным.</li></ul> |
|--|--|

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

### ***а) основная учебная литература:***

1. Поршнева С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учеб. пособие [Электронный ресурс] / С. В. Поршнева. – 2-е изд., испр. – СПб. : Лань, 2011. – 726 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/650> (дата обращения: 18.01.2016).
2. Галушкин Н.Е. Высокоуровневые методы программирования. Язык программирования Matlab: учебник. Часть 1 [Электронный ресурс] / Н.Е. Галушкин. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2011. – 182 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241037> (дата обращения: 18.01.2016).
3. Бахвалов Н. С. Численные методы: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – 7-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 636 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222833> (дата обращения: 18.01.2016).

### ***б) дополнительная учебная литература:***

1. Рашиков В. И. Численные методы решения физических задач [Текст]: учеб. пособие / В. И. Рашиков, А. С. Рошаль. – СПб. : Лань, 2005. – 208 с.
2. Дьяконов В. П. MATLAB 7.\*/R2006/R2007: Самоучитель [Электронный ресурс] / Дьяконов В. П. – М.: ДМК-Пресс, 2009. – 768 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1178> (дата обращения: 18.01.2016).
3. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink [Электронный ресурс] / И.В. Черных. – СПб.: Лань, 2007. – 288 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1175> (дата обращения: 18.01.2016).
4. Матюшкин, И. В. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур [Электронный ресурс] / И. В. Матюшкин. – М.: РИЦ "Техносфера", 2011. – 188 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135405> (дата обращения: 18.01.2016).

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины**

1. Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes (консультационный Центр Matlab). – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 18.01.2016).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (Головной разработчик проекта – ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика"). Физика. Ресурсы.

– Режим доступа: [http://window.edu.ru/catalog?p\\_rubr=2.2.74.6](http://window.edu.ru/catalog?p_rubr=2.2.74.6), свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 18.01.2016).

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Целью изучения дисциплины является ознакомление студентов с методами построения компьютерных моделей простых физических процессов и явлений с использованием современных систем вычислительной математики.

Задачами курса являются:

- формирование умения анализировать протекающие в различных системах физические процессы и явления;
- овладение численными методами моделирования физических явлений и приближенного решения физических задач с заданной точностью с использованием программного пакета Matlab;
- овладение методами визуализации результатов расчетов (в том числе, в анимированном виде);
- развитие способности применять знания, полученные при изучении курса, при решении практических задач.

Курс разбит на разделы, логическая последовательность которых обеспечивает правильное усвоение учебного материала. На практических занятиях предлагаются задачи, требующие для своего решения знания основных правил работы в системе Matlab. Matlab является интерактивной программной средой, объединяющей язык программирования высокого уровня со средствами анализа данных. Особенность системы Matlab заключается в том, что основным объектом в ней является массив, для которого не требуется явно указывать размерность. Это позволяет упростить решение целого класса векторно-матричных задач, и существенно сократить время, затраченное на программирование в скалярных языках типа Фортан или С.

Ряд теоретических вопросов выносится на самостоятельное изучение. Для успешной работы над теоретическим материалом студентам следует использовать литературные источники из рекомендуемого списка.

Контроль успеваемости обучающихся основан на анализе результатов выполнения контрольной работы, тестовых и индивидуальных заданий. При выполнении индивидуальных заданий следует тщательно изучить условия предложенной задачи, построить математическую модель рассматриваемого физического процесса и только после этого переходить к разработке алгоритма решения. В целом, процесс моделирования физических явлений с использованием современных вычислительных средств можно разбить на следующие этапы:

- Анализ условий физической задачи
- Математическая формулировка физической задачи
- Выбор метода решения
- Алгоритмизация выбранного метода и составление программы на выбранном языке программирования
- Анализ результатов решения

Большое значение имеет правильный выбор метода решения задачи и наиболее адекватного программного инструментария.

В качестве примера рассмотрим решение обыкновенного дифференциального уравнения 2-го порядка

$$y'' + 2y \sin y = \cos 3x,$$

$$y(0) = 0.6, y'(0) = 2, x \in [0, 8]$$

Обозначим

$$y = y_1, \quad y' = y_2$$

что приводит к эквивалентной системе 2-х ДУ 1-го порядка:

$$\begin{cases} y_1' = y_2, \\ y_2' = \cos 3x - 2y_1 \sin y_1 \end{cases}$$

Далее создаем функцию пользователя fnc (в файле fnc.m; имя файла должно обязательно совпадать с именем функции)

```
function Dy = fnc(x,y)
Dy(1) = y(2);
Dy(2) = cos(3*x) - 2*y(1)*sin(y(1));
Dy = Dy';
```

и в тексте основной программы-скрипта вызываем функцию ode45, которая реализует методы Рунге-Кутты 4 и 5 порядков и рекомендуется для использования при первой попытке решения ОДУ:

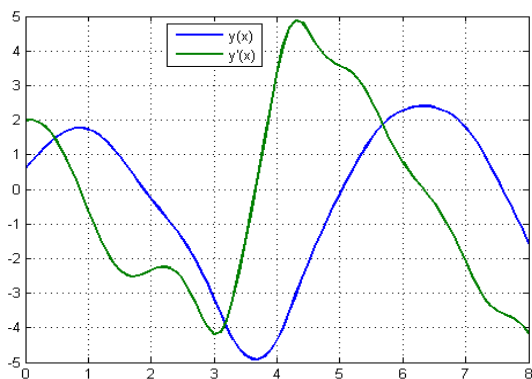
```
% Решение ОДУ y'' = cos(3*x) - 2*y*sin(y)
clear; clc; % Очистка памяти и экрана
xspan = 0:0.1:8; % Интервал интегрирования
y0 = 0.6; % Начальное значение функции
dy0 = 2; % Начальное значение производной функции
[x, y] = ode45('fnc', xspan, [y0 dy0]); % Метод Рунге-Кутты
plot(x, y, 'LineWidth', 2); grid; % Построение графика и сетки
legend('y(x)', 'y''(x)', 0); % Легенда на графике
```

В результате расчетов получим матрицу y, состоящую из двух столбцов. В 1-м столбце будут находиться значения искомой функции, а во 2-м – значения ее первой производной.

В процессе решения ДУ было создано два m-файла, что в ряде случаев является неудобным. Эту же задачу можно решить с помощью одного m-файла, если использовать возможности Matlab по созданию "анонимных функций", как показано ниже:

```
% Решение ОДУ y'' = cos(3*x) - 2*y*sin(y)
clear; clc; % Очистка памяти и экрана
xspan = [0, 8]; % Интервал интегрирования
y0 = 0.6; % Начальное значение функции
dy0 = 2; % Начальное значение производной функции
dydx=@(x,y) [y(2); cos(3*x)-2*y(1)*sin(y(1))]; % Задание анонимной функции
правых частей ОДУ
[x, y] = ode45(dydx, xspan, [y0 dy0]); % Метод Рунге-Кутты
plot(x, y, 'LineWidth', 2); grid; % Построение графика и сетки
legend('y(x)', 'y''(x)', 0); % Легенда на графике
```

Оба варианта решения приводят к одинаковым результатам:



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

При решении задач на практических занятиях используется следующее программное обеспечение: математический пакет Matlab, Microsoft Office, информационно-справочные системы (ЭБС "Лань", "Университетская библиотека онлайн"). Ряд вопросов рассматривается с использованием электронной доски.

В число используемых образовательных технологий входят:

- технология активного (контекстного) обучения,
- семинар-дискуссия.

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Практические занятия по дисциплине проводятся в мультимедийном компьютерном классе (ауд. 2210) с выходом в Интернет, оснащенный следующим оборудованием и программным обеспечением:

- Сервер Aquarius (Intel Xeon DC E3110) 2 Gb DDR2/ 250 Gb/ DVD; источник бесперебойного питания APC;
- 10 компьютеров Aquarius 2 DUO (Intel Celeron E1500 (2,2 GHz)/ 2 Gb DDR2/ 160 Gb) с установленными программами Matlab и Microsoft Office (лицензия КемГУ);
- 2 компьютера Intel Core 2 Duo E7500 (2.93 GHz)/ 2 Gb DDR2/ 320 Gb/ DVD;
- Ноутбук Acer Aspire 5741G 4DUO Intel Core i3-350M (2.26 GHz)/ 3 Gb DDR3/ 250 Gb/ DVD;
- Лазерный принтер HP Laser Jet P2055; D-link DAP-1160 Wi-Fi (802.11g)/ 2 x LAN/ WEP, WPA, WPA2;
- Проектор Acer X1230PK DPL;
- Мультимедийная доска StarBoard FX-DUO 77.

Самостоятельная работа по дисциплине может проводиться в ауд. 1335, 2210, электронном читальном зале (ауд. 1218), оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду КемГУ (в том числе депозитарий



информационно-образовательных ресурсов КемГУ) и в электронно-библиотечные системы "УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН", ["ЛАНЬ"](#).

## 12. Иные сведения и (или) материалы

### 12.1. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

В процессе изучения дисциплины и осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптированные формы обучения с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей. При определении форм проведения занятий с обучающимися-инвалидами учитываются рекомендации данные по результатам медико-социальной экспертизы, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья пользуются специальными рабочими местами, созданными с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

*Для лиц с нарушением зрения (слепых и слабовидящих):*

- специализированное стационарное рабочее место ЭлСИС 201;
- специализированное стационарное рабочее место ЭлСИС 221;
- специализированное мобильное место ЭлНОТ 301;
- принтер Брайля (+ПО для трансляции текста в шрифт Брайля).

*Для лиц с нарушением слуха:*

- система информационная для слабослышащих стационарная «Исток» С-1И;
- беспроводная звукозаписывающая аппаратура коллективного пользования: радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-РСМ» РМ-3.1.

*Для лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата:*

- компьютерный стол для лиц с нарушениями опорно-двигательной системы с электроприводом;
- клавиатура с накладной и с кнопочной мышкой с расположением кнопок сверху Аккорд;
- беспроводная мышь трекбол для ПК Logitech M570;
- клавиатура с джойстиком для выбора клавиши на цветовом поле.

Особенности процесса изучения дисциплины и осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

*Для лиц с нарушением зрения задания и инструкции по их выполнению предоставляются с укрупненным шрифтом, для слепых задания оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются им. При необходимости обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс, предоставляется увеличивающее устройство, а также возможность использовать собственное увеличивающее устройство.*

*Для лиц с нарушением слуха* дидактический материал (слайд-презентации учебных материалов, задания и инструкции к их выполнению) предоставляются в письменной форме или электронном виде при необходимости. Обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости студентам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования.

*Для лиц с тяжелыми нарушениями речи* текущий и промежуточный контроль проводятся в письменной форме.

При необходимости *лица с нарушениями двигательных функций нижних конечностей* выполняют задания в ауд. 2210 в паре с обучающимся без ограниченных возможностей здоровья; письменные задания выполняются дистанционно, при этом взаимодействие с преподавателем осуществляется через ЭИОС.

*Для лиц с нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей* задания выполняются в паре с обучающимся без ограниченных возможностей здоровья; письменные задания выполняются дистанционно, при этом взаимодействие с преподавателем осуществляется через ЭИОС; зачетное мероприятие проводится в устной форме.

При необходимости лицу с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для выполнения заданий и сдачи зачета, но не более чем на 0.5 часа.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья сдают зачет в одной аудитории совместно с иными обучающимися, если это не создает трудностей для студентов при сдаче зачета.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья могут в процессе обучения и прохождения текущего и итогового контроля пользоваться техническими средствами, необходимыми им в связи с их индивидуальными особенностями.

Допускается присутствие в аудитории во время сдачи зачета ассистента из числа работников КемГУ или привлеченных лиц, оказывающих студентам с ограниченными возможностями здоровья необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с преподавателями).

Особые условия предоставляются студентам с ограниченными возможностями здоровья на основании заявления, содержащего сведения о необходимости создания соответствующих специальных условий.

Составитель: Кособуцкий А. В., к.ф.-м.н., доцент кафедры общей физики