

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВПО “Глазовский государственный педагогический  
институт имени В.Г.Короленко”**

**РЕШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ  
НА КОМПЬЮТЕРЕ**

**Направление 050100 – “Педагогическое образование”**

**Глазов – 2014**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Учебная программа</b> .....	3
Пояснительная записка .....	3
1. Цели и задачи дисциплины .....	3
2. Проектируемые результаты освоения дисциплины .....	4
3. Проектируемые дисциплинарные результаты формирования компетенций .....	6
4. Объем дисциплины и виды учебной работы .....	7
5. Содержание дисциплины .....	7
5.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	7
5.2. Содержание разделов дисциплины .....	8
6. Учебно–методическое обеспечение дисциплины.....	16
6.1. Рекомендуемые источники информации .....	16
6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины .....	17
7. Материально–техническое обеспечение дисциплины .....	23
8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины .....	18
8.1. Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы .....	18
8.2. Тематика рефератов.....	18
8.3. Перечень вопросов к экзамену или зачету .....	19
8.4. Методические рекомендации .....	19
<b>Рабочая программа</b> .....	20
<b>Пояснительная записка</b> .....	20
1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	20
2. Методика организации изучения дисциплины .....	21
2.1. Виды текущей аттестации, аудиторной и внеаудиторной работы; критерии получения зачета .....	21
2.2. Методика проведения лекций .....	21
2.3. Методика проведения семинаров .....	28
2.4. Методика проведения семинаров .....	35
2.5. Методика организации самостоятельной работы студентов .....	40
<b>Фонд оценочных средств</b>	
Проверка сформированности компетенции ОК–1 .....	41
Проверка сформированности компетенции ОПК–3 .....	42
Проверка сформированности компетенции ПК–2 .....	43

## **Спецкурс “Решение физических задач на компьютере”**

**Пояснительная записка.** Курс “Математическое и компьютерное моделирование физических, технических, биологических и социальных систем” относится к вариативной части профессионального цикла. Учебная программа предназначена для подготовки бакалавров, обучающихся по пятилетнему учебному плану. Курс 3, семестр 5, количество зачетных единиц на раздел дисциплины 1, количество часов на раздел дисциплины 160, аудиторных 80, из них 18 лекции, 20 практические, 20 лабораторные работы и 14 КСР). Направление 050100.62 Педагогическое образование (профиль физика и информатика).

### **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель дисциплины — формирование профессиональных и общекультурных компетенций, связанных с пониманием основных законов физики и освоением методов решения физических задач с помощью компьютера, получением и систематизацией знаний по физике и навыков их дальнейшего пополнения, умений использования современных источников информации, применения информационных технологий при проектировании и организации учебно-воспитательного процесса в школе.

Задачи дисциплины: 1) сформировать у студентов ключевые компетенции, связанные с изучением физики и решением физических задач; 2) привести в систему знания по физике (определения, понятия и формулировки законов), полученные в школе; 3) познакомиться с численными методами решения алгебраических, дифференциальных и интегральных уравнений; 3) освоить основные методы компьютерного моделирования физических явлений в среде Excel, на языках Pascal и Visual Basic; 4) повысить интерес учащихся к физике и информационным технологиям.

## 2. Проектируемые результаты освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать** основные понятия физики, законы и формулы, уметь применять их для моделирования физических систем;

**Владеть** методами численного решения алгебраических и дифференциальных уравнений на компьютере, методами решения физических задач;

**Уметь** создавать несложные компьютерные программы на языках Pascal, Visual Basic и в пакете Excel.

Вклад курса дисциплины в формирование общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций представлен в таблице. Формируемые компетенции: ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВПО)	
ОК—1	Студент владеет культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения.
ОПК–3	Студент владеет основами речевой профессиональной культуры.
ПК–2	Студент готов применять современные методики и технологии, в том числе и информационные, для обеспечения качества учебно–воспитательного процесса на конкретной образовательной ступени конкретного образовательного учреждения.

**Конкретно** в рамках перечисленных компетенций преподавание дисциплины направлено на развитие следующих знаний, умений, навыков.

**ОК–1** Студент владеет знаниями, умениями и навыками, соответствующими содержанию дисциплины “Решение физических задач на компьютере”, формирующими культуру мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения.

**Знать:** основные законы физики, методы их использования для решения задач, а также методы численного интегрирования и дифференцирования, методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений, методы программирования на языках Pascal и Visual Basic.

**Уметь:** использовать изученные законы и формулы, а также численные методы и методы программирования для решения конкретных физических задач.

**Владеть:** понятийным аппаратом физики в объеме, установленном программой дисциплины, методами моделирования физических систем, приемами работы в пакете Excel, а также в средах Pascal и Visual Basic.

**ОПК–3** Студент владеет терминологическим аппаратом физики, математики и информатики, определяющим основы речевой профессиональной культуры будущего учителя.

**Знать:** основные определения, формулы и законы физики, а также термины, используемые в математике и информатике.

**Уметь:** грамотно и убедительно объяснять способ решения физической задачи, сущность используемого численного метода, работу компьютерной программы.

**Владеть:** терминологическим аппаратом физики и математики, используемым для объяснения численных методов решения физических задач на компьютере.

**ПК–2** Студент владеет знаниями, умениями и навыками, соответствующими содержанию дисциплины “Решение физических задач на компьютере”, и готов применять их в современных методиках и технологиях, в том числе и информационных, для обеспечения качества учебно–воспитательного процесса на конкретной образовательной ступени конкретного образовательного учреждения.

**Знать:** сущность методов решения физических задач, а также численных методов решения алгебраических и дифференциальных уравнений.

**Уметь:** работать с пакетом Excel, создавать динамические таблицы, строить графики, писать макросы на языке Visual Basic, работать в пакете Free Pascal.

**Владеть:** методами анализа физической задачи, методами алгоритмизации и программирования, методом компьютерного моделирования.

### **3. Проектируемые дисциплинарные результаты формирования компетенций**

Результаты формирования компетенций	
Результат ОК–1	Студент владеет знаниями, умениями и навыками, соответствующими содержанию дисциплины “Решение физических задач на компьютере”, формирующими культуру мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения.
Результат ОПК–3	Студент владеет терминологическим аппаратом дисциплины “Решение физических задач на компьютере”, определяющим основы речевой профессиональной культуры педагога. Студент владеет основами речевой профессиональной культуры.
Результат ПК–2	Студент владеет знаниями, умениями и навыками, соответствующими содержанию дисциплины “Решение физических задач на компьютере”, и готов применять их в современных методиках и технологиях, в том числе и информационных, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса на конкретной образовательной ступени конкретного образовательного учреждения.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Зачетные единицы
Общая трудоемкость	168	2
Семестр 5		
Аудиторные занятия	74	
Лекции	18	
Практические занятия (семинары)	20	
Лабораторные работы	20	
Интерактивные занятия	26	
Контроль самостоятельной работы	14	
Самостоятельная работа	94	
Курсовая работа		
Реферат		
Вид итогового контроля	Зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

Сформировано в соответствии с примерной программой дисциплины “Решение физических задач на компьютере” для ФГОС третьего поколения, рекомендованной Научно–методическим советом по физике Министерства образования и науки Российской Федерации для высших учебных заведений.

**5.1. Разделы дисциплины и виды занятий.** По всем разделам дисциплины предусмотрены лекции, практические (семинарские) занятия и лабораторные работы.

Дисциплина содержит следующие разделы: Раздел 1. Моделирование как метод научного познания. Компьютерные модели и их виды. 2. Непрерывно–детерминированные модели динамических систем с конечным числом

степеней свободы. 3. Непрерывно–детерминированные модели динамических систем с бесконечным числом степеней свободы. 4. Дискретные детерминированные модели. 5. Дискретные и непрерывные стохастические модели. 6. Движение системы частиц в силовом поле. 7. Колебательное и волновое движение. 8. Системы, состоящие из большого числа частиц. 9. Явления переноса. Автоволновые процессы. 10. Расчет течения жидкости. Конвекция. 11. Расчет электрического и магнитного полей. Движение заряженных частиц. 12. Оптические и квантовые явления. 13. Технические системы. 14. Информационное и геометрическое моделирование. Виртуальная реальность.

**5.2. Содержание разделов дисциплины.** Содержание общего курса физики включает в себя учебную теорию, учебный эксперимент и задачи.

## **УЧЕБНАЯ ТЕОРИЯ**

**Введение.** Моделирование как метод научного познания. Компьютерные модели и их виды. Моделирование и системный подход. Принципы компьютерного моделирования. Области применения компьютерных моделей.

**Раздел 1. Движение системы частиц в силовом поле.** Одномерное движение точки. Двумерное движение точки в однородном поле. Движение точки в центральном поле сил. Движение заряда в электрическом и магнитном полях. Сложные случаи движения частицы в силовом поле. Скольжение точки по поверхности. Движение системы из двух частиц. Движение системы частиц. Моделирование движения тела.

**Раздел 2. Колебательное движение.** Свободные колебания. Вынужденные колебания. Автоколебания. Моделирование колебаний сложных систем. Колебания системы связанных осцилляторов. Распространение волн в одномерной упругой среде. Сложение колебаний. Фигуры Лиссажу.

**Раздел 3. Электродинамические системы.** Расчет электрического поля. Перемещение заряженных частиц в электрических полях. Решение



уравнения Пуассона для однородной среды. Расчет магнитного поля. Моделирование электрических цепей постоянного и переменного тока.

**Раздел 4. Явления переноса.** Уравнение теплопроводности для однородной среды. Уравнение адвекции–диффузии и его решение. Решение уравнения теплопроводности для неоднородной среды. Расчет поля температур в цилиндрической и сферической системах координат. Нелинейное уравнение теплопроводности. Моделирование автоволновых процессов.

**Раздел 5. Волновое движение.** Численное решение волнового уравнения. Моделирование волны в одномерной среде. Волна в двумерной среде. Отражение и преломление волн. Интерференция, дифракция. Моделирование других явлений физики волн.

**Раздел 6. Оптические и квантовые явления.** Преломление света. Расчет хода луча света в неоднородной среде. Расчет интерференционной картины. Излучение черного тела. Движение частицы в потенциальной яме. Гармонический осциллятор. Прохождение частицы через потенциальный барьер.

**Раздел 7. Технические системы.** Передача информации по каналу связи. Моделирование терморегулятора. Работа электроизмерительного прибора. Асинхронный двигатель. Модель системы автоматического регулирования. Работа ядерного реактора.

## УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

1. Движение точки, брошенной под углом к горизонту.
2. Зависимость периода колебаний математического от его длины.
3. Зависимость периода колебаний пружинного маятника от жесткости пружины и массы.
4. Вынужденные механические колебания.
5. Изучение затухающих колебаний с помощью ПВЭМ.
6. Движение материальной точки в поле центральной силы.
7. Моделирование опыта Резерфорда.

8. Изучение RLC–цепи переменного тока.
9. Резонанс напряжений в колебательном контуре.
10. Преломление света.

### УЧЕБНЫЕ ЗАДАЧИ

1. Имеется неоднородный шар радиусом  $R = 1$  м, плотность которого равна  $\rho(r) = 10^4 / (r + 0,2)$  кг/м, где  $r$  — расстояние до центра О. Необходимо найти его массу.

2. Имеется система из  $N = 10$  материальных точек, которые имеют известные массы  $m_i$  и координаты  $x_i, y_i, z_i$ . Необходимо рассчитать положение центра масс.

3. Камень брошен со скоростью  $v_0 = 17$  м/с под углом  $\alpha$  к горизонту. Рассчитайте координаты тела  $x$  и  $y$ , проекции скорости  $v_x$  и  $v_y$ , модуль скорости  $v$ , угол  $\gamma$  между вектором скорости и горизонталью, тангенциальное  $a_n$  и  $a_\tau$  нормальное ускорения в моменты времени  $t_i = i \cdot \Delta t$ .

4. Две частицы движутся навстречу друг к другу с некоторыми скоростями. Промоделируйте абсолютно упругое взаимодействие частиц если между ними действуют силы притяжения или отталкивания.

5. Две частицы массами  $m_1$  и  $m_2$  движутся навстречу друг к другу с некоторыми скоростями  $v_1$  и  $v_2$ . Промоделируйте абсолютно упругое взаимодействие этих частиц, если между ними действуют: а) силы отталкивания; б) силы притяжения. В обоих случаях  $F = k / r^2$ .

6. На неподвижную частицу массой  $m_1$  налетает частица массой  $m_2$ , движущаяся со скоростью  $v_2$ . Частицы взаимодействуют с силами отталкивания, удар абсолютно упругий и нецентральный. Необходимо определить углы разлета частиц по отношению к первоначальному направлению движения при различных прицельных параметрах.

7. Тележка с телом движется с некоторой скоростью. В тело попадает пуля (рис. 13) и застревает в нем (или проходит сквозь него). Как изменяются скорости тележки и пули в процессе взаимодействия?

8. Две материальные точки совершают одномерное движение в промежутке между двумя стенками, удаленными на расстояние  $L$ . Между частицами действуют силы отталкивания по закону  $F = 1000/r^2$ . Необходимо рассчитать координаты и скорость частиц в момент времени  $t$ , построить графики движения  $x_1(t)$  и  $x_2(t)$ .

11. Три материальные точки совершают одномерное движение в промежутке между двумя стенками, удаленными на расстояние  $L$ . Между частицами действуют силы отталкивания по закону  $F = 1000/r^2$ . Необходимо рассчитать координаты и скорость частиц в момент времени  $t$ , построить графики движения  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$  и  $x_3(t)$ .

12. Точка одновременно участвует в двух гармонических колебаниях, происходящих во взаимно перпендикулярных направлениях. Амплитуды колебаний и частоты заданы. Необходимо определить траекторию движения точки, ее координаты  $x$ ,  $y$  и вектор скорости  $\vec{v}$  в произвольный момент  $t'$ .

13. Пружинный маятник состоит из тела массы  $m$ , подвешенного на пружине с жесткостью  $k$  в среде с вязкостью  $r$ . Систему выводят из равновесия и сообщают начальную скорость. Необходимо промоделировать затухающие колебания при различных параметрах системы и начальных условиях  $x_0$  и  $v_0$ .

14. На физический (или математический) маятник действует внешняя сила изменяющаяся по гармоническому закону. Напишите дифференциальное уравнение движения маятника и промоделируйте его движение.

15. Тело совершает затухающие колебания, описываемые уравнением:  $x(t) = Ae^{-\beta t} \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$ . Постройте графики зависимости координаты и проекции скорости от времени, а также фазовую кривую при различных зна-

чениях амплитуды  $A$ , частоты  $\omega$ , начальной фазы  $\varphi_0$  и коэффициента затухания  $\gamma$ .

16. Промоделируйте автоколебательную систему, описываемую уравнением Ван-дер-Поля:  $m\ddot{x} + kx = \alpha(1 - x^2)\dot{x}$ .

17. Стержень устанавливают на горизонтальную поверхность так, чтобы он образовывал некоторый угол с вертикалью, и отпускают. Необходимо рассчитать координаты его концов при падении в последовательные моменты времени.

18. Лестницу прислоняют к стене и отпускают. Напишите программу, моделирующую падение лестницы, если известно, что ее концы с трением скользят по поверхностям стены и пола, не отрываясь от них.

19. На горизонтальной поверхности покоится кольцо (труба), к внутренней стороне которого прикреплен груз. Расстояние от оси кольца до его центра масс известно. Кольцо смещают из положения равновесия и отпускают. Изучите: 1) колебания кольца относительно положения равновесия; 2) движение кольца после того, как ему сообщили начальную скорость.

20. На тележке установлен резервуар с вязкой жидкостью, в котором расположена горизонтальная направляющая с массивным грузом. Тележка разгоняется до некоторой скорости и ударяется об упругое препятствие. Масса тележки и груза, жесткость пружины, коэффициент вязкого трения известны, начальные скорости заданы. Рассчитайте скорость тележки и груза после удара, промоделируйте их движение на экране монитора.

21. Тележка с телом движется с некоторой скоростью. В тело попадает пуля (рис. 3) и застревает в нем (или проходит сквозь него). Как изменяются скорости тележки и пули в процессе взаимодействия?

22. Кривошип  $OA$  радиусом  $R$  равномерно вращается со скоростью  $\omega$  вокруг точки  $O$ . К точке  $A$  прикреплен шатун  $AB$  длиной  $L$ , другой конец которого соединен с ползуном, колеблющимся вдоль оси  $Ox$ . Определите по-

ложение и скорость ползуна в момент времени  $t$ . Постройте график зависимости координаты и скорости ползуна от времени.

23. Заданы главные центральные моменты инерции тела  $I_1, I_2, I_3$ . Рассчитайте момент инерции относительно оси  $OA$ , если заданы координаты точки  $A(x_A, y_A, z_A)$ . Оси координат повернули на угол  $\varphi$  вокруг оси  $OZ$ . Запишите тензор инерции и снова рассчитайте момент инерции тела относительно оси  $OA$ .

24. По внутренней поверхности вращающейся трубы радиуса  $R$  катится цилиндр радиуса  $r$ , ось которого соединена со стержнем  $OA$ . Скорость вращения трубы изменяется по закону  $\omega(t)$ . Между поверхностью трубы и цилиндром, а также в подшипниках  $O$  и  $A$  действует сила вязкого трения. Необходимо рассчитать движение системы.

25. Проанализируйте колебания шарика, находящегося внутри потенциальной ямы с двумя углублениями (маятник Даффинга), если его потенциальная энергия  $U(x) = k(x^4/4 - x^2/2)$ . Получите график хаотических колебаний и сечение Пуанкаре в случае, когда на него действует периодически изменяющаяся сила.

26. Про моделируйте перемешиваемость фазового объема в случае свободных колебаний маятника Даффинга.

27. Автоколебательная система состоит из груза массой  $m$ , подвешенного на пружине жесткостью  $k$ , и клапана, регулирующего поступление энергии от источника. При прохождении грузом положения равновесия ( $|x| < 0,5$ ) в направлении оси  $Ox$ , на него действует постоянная сила  $F$ . Необходимо рассчитать состояние системы в произвольный момент времени  $t$ , построить график автоколебаний и фазовую кривую.

28. Между двумя вертикальными стенками движутся две частицы массами насаженные на горизонтальный стержень и связанные пружиной жесткостью  $k$ . Начальные координаты и скорости частиц заданы. Необходимо про моделировать их движение.

29. К источнику постоянного напряжения с ЭДС  $E = 10$  В и внутренним сопротивлением  $r = 5$  Ом подключен переменный резистор. При каком сопротивлении внешней нагрузки  $R$  выделяющаяся на нем мощность  $P$  максимальна. Постройте график  $P = P(R)$ .

30. К источнику постоянной ЭДС с внутренним сопротивлением  $r_0$  подключен реостат сопротивлением  $R$ , использующийся в качестве делителя напряжения. Напряжение с делителя подается на нагрузку  $R_n$ . Изучите зависимость тока через источник, тока и напряжения на нагрузке от положения подвижного контакта реостата.

31. К источнику переменного напряжения регулируемой частоты подключен последовательный колебательный контур, состоящий из резистора  $R$ , конденсатора  $C$  и катушки индуктивности  $L$ . Рассчитайте емкостное  $X_C$ , индуктивное  $X_L$ , полное сопротивление цепи  $Z$  и силу тока  $I$  на разных частотах  $f$ . Про моделируйте резонанс напряжений, постройте резонансную кривую  $I = I(f)$ .

32. Последовательный колебательный контур подключен к источнику переменного напряжения регулируемой частоты. Пользуясь решением предыдущей задачи, рассчитайте частотные зависимости напряжения на конденсаторе  $U_C(\omega)$  и катушке индуктивности  $U_L(\omega)$  и сдвига фаз  $\varphi(\omega)$  между колебаниями тока и напряжения на полюсах источника.

33. К источнику переменного напряжения регулируемой частоты подключен параллельный колебательный контур, состоящий из резистора  $R$ , конденсатора  $C$  и катушки индуктивности  $L$ . Рассчитайте проводимость конденсатора  $Y_C$ , катушки индуктивности  $Y_L$ , полную проводимость цепи  $Y$  и силу тока  $I$  через источник на разных частотах  $f$ . Про моделируйте резонанс напряжений, постройте резонансную кривую  $I = I(f)$ .

34. Колебательный контур состоит из последовательно соединенных резистора  $R$ , конденсатора  $C$  и катушки индуктивности  $L$ . Конденсатор заряжают до напряжения  $U$  и замыкают цепь. Определить заряд конденсатора и

силу тока в контуре в произвольный момент времени  $t$ , построить графики  $q(t)$ ,  $i(t)$ .

35. Последовательно соединенные резистор  $R$ , конденсатор  $C$  и катушка индуктивности  $L$  подключены к генератору импульсов. Про моделировать работу цепи, рассчитать кривую тока и напряжения на конденсаторе и катушке индуктивности, если генератор вырабатывает: 1) прямоугольные импульсы амплитудой  $U_0$  длительностью  $T_1$ , разделенные промежутком  $T_2$ ; 2) пилообразные импульсы периодом  $T$  и амплитудой  $U_0$ ; 3) импульсы, получающиеся в результате однополупериодного выпрямления, имеющие период  $T$  и амплитуду  $U_0$ .

36. Два когерентных источника с мощностью  $P_1$  и  $P_2$  излучают гармонические звуковые волны с длиной  $\lambda$ . Вдоль оси  $Oy$  перемещается микрофон, подключенный к осциллографу. Рассчитайте распределение интенсивности вдоль оси  $Oy$ .

37. Постройте график зависимости спектральной светимости  $r$  абсолютно черного тела от частоты излучения для разных температур  $T$ . Методом численного интегрирования определите интегральную светимость  $R$  абсолютно черного тела для данной температуры. Подтвердите, что  $R$  прямо пропорциональна четвертой степени  $T$  (закон Стефана–Больцмана):  $R = \sigma T^4$ .

38. Найдите длину волны  $\lambda_m$ , соответствующую максимуму спектральной светимости  $r = r(\nu')$  абсолютно черного тела, имеющего температуру  $T$ . Подтвердите, что эта длина волны  $\lambda_m$ , обратно пропорциональна его температуре:  $\lambda_m = b/T$  (закон смещения Вина).

39. Имеется однородный стержень длиной  $L$  с коэффициентом теплопроводности  $\alpha$ . Задано начальное распределение температуры  $T(x)$  и мощности источников тепла  $q(x)$ . Необходимо рассчитать температуру различных точек стержня в произвольный момент времени  $t'$ .

40. Имеется однородная пластина размером  $L_x \times L_y$  с коэффициентом теплопроводности  $\alpha$ . Задано начальное распределение температуры  $T(x, y)$  и мощности источников тепла  $q(x, y)$ . Необходимо рассчитать температуру различных точек пластины в произвольный момент  $t'$ .

41. Левый конец струны совершил одно колебание, правый конец закреплен. Рассчитайте смещение  $\xi(x)$  различных точек струны в произвольный момент времени  $t'$ .

42. Напряжение на выходе генератора изменяется по закону  $U(t)$  с периодом  $T$ . Разложите импульсы напряжения в ряд Фурье. Восстановите сигнал по 3, 7, 15 и 25 первым гармоникам и получите график  $U'(t)$ .

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемые источники информации.

Дисциплина полностью обеспечена учебной литературой: пособиями, учебниками, сборниками задач, лабораторными практикумами.

#### *Основные источники информации*

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. — М.: Физматлит, 2001. — 320 с.
2. Савельев И.В. Курс физики: в 3 т.: Т. 1: Курс физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика. — СПб.: Издательство “Лань”, 2008. — 352 с.
3. Савельев И.В. Курс физики: в 3 т.: Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. — СПб.: Издательство “Лань”, 2006. — 480 с.
4. Савельев И.В. Курс физики: в 3 т.: Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. — СПб.: Издательство “Лань”, 2005. — 320 с.



5. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: Учеб. пособие для вузов. — М.: Лаборатория базовых знаний, 2003. — 432 с.
6. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики: для студентов технических вузов. — СПб.: Книжный мир, 2008. — 328 с.

### *Дополнительные источники информации*

1. Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н. Курс общей физики. Том 1. Механика. — М.: Академия, 2001. — 380 с.
2. Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н. Курс общей физики. Том 2. Электродинамика. — М.: Академия, 2002. — 352 с.
3. Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н. Курс общей физики. Том 3. Оптика и атомная физика. — М.: Академия, 2000. — 408 с.
4. Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н. Курс общей физики. Том 4. Молекулярная физика. — М.: Академия, 2000. — 267 с.
5. Кунин С. Вычислительная физика. — М.: Мир, 1992. — 518 с.
6. Майер Р.В. Компьютерное моделирование физических процессов. — Глазов, ГГПИ, 2009. — 110 с.

### *Ресурсы сети “Интернет”*

1. Иродов И.Е. Механика. Основные законы [Электронный ресурс] — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. — 309 с. Znanium.com.
2. Майер Р.В. Задачи, алгоритмы, программы. [Электронный ресурс] — URL: <http://maier-rv.glazov.net>, <http://komp-model.narod.ru>.

### **6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины включают:**

- 1) учебную программу дисциплины;
- 2) учебники, учебные пособия, задачки;
- 3) методические разработки и рекомендации;
- 4) учебное оборудование для выполнения физических опытов;

- 5) компьютерный класс, содержащий 12 персональных компьютеров, объединенных в локальную сеть, имеющую выход в Интернет;
- 6) программное обеспечение: MS Excel, Free Pascal, Adobe Reader, программа для просмотра файлов djvu и др.

## **7. Материально–техническое обеспечение дисциплины**

Преподавание дисциплины осуществляется в специально оборудованных кабинетах и учебных лабораториях. Чтение лекций проводится в лекционной аудитории, оборудованной проекционной, телевизионной, осветительной, компьютерной техникой, имеющей кафедру, приспособленную для проведения лекционного эксперимента. Подготовка демонстраций производится в учебных лабораториях. Проведение лабораторных работ осуществляется в специальной компьютерной лаборатории, состоящей из 12 персональных компьютеров, объединенных в локальную сеть, имеющую выход в Интернет. На компьютерах установлено требуемое программное обеспечение: MS Excel, Free Pascal, Adobe Reader, программа для просмотра файлов djvu и др.

## **8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

**8.1. Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы** преподаватель формулирует самостоятельно, исходя из количества лекций и семинаров; примеры указаны в методических рекомендациях к проведению занятий.

**8.2. Тематика рефератов** разрабатывается преподавателем. Например:

- 1) компьютерное моделирование движения планет и комет вокруг Солнца;
- 2) расчет электрических цепей переменного тока;
- 3) моделирование колебательного движения;
- 4) решение дифференциальных уравнений с частными производными на компьютере.

Написание студентами рефератов не обязательно.

**8.3. Перечень вопросов к зачету:** формулируется в точном соответствии с программой дисциплины. Достаточной считается подготовка при усвоении теоретического материала в объеме лекций и умение решать задачи, проанализированные на практических и лабораторных занятиях.

**8.4. Методические рекомендации** общего плана:

- изучение дисциплины обеспечивается необходимой математической поддержкой;
- лекции сопровождаются лекционными демонстрациями, которые позволяют пронаблюдать и понять сущность изучаемого явления;
- закрепление теоретического материала проводится в процессе решения учебных задач, обсуждения и создания компьютерных моделей, написания компьютерных программ;
- для повышения степени усвоения учебного материала используется видео-, компьютерная и проекционная техника, а также информационные ресурсы, размещенные в сети Интернет;
- студенты обеспечены учебной литературой и методиками, повышающими эффективность усвоения учебного материала;
- при изучении курса общей физики используется международная система единиц СИ;
- в течение каждого семестра изучения курса проводится рейтинг по 15 позициям для осуществления текущего контроля за усвоением учебного материала студентами.

Методические рекомендации конкретно по проведению лекций, организации семинаров, руководству самостоятельной работой студентов, постановке зачета даны в соответствующих разделах рабочей программы.

# РЕШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА КОМПЬЮТЕРЕ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

*Пояснительная записка.* Рабочая программа составлена в соответствии с целями и задачами, сформулированными в учебной программе и конкретизирует ее содержание. В рабочей программе представлены разделы дисциплины и виды занятий, а также методика организации изучения дисциплины. Содержание всех видов занятий оформлено по единому плану: 1) формируемые компетенции; 2) технология обучения; 3) методы и средства обучения; 4) интерактивные формы; 5) аудиторная работа; 6) самостоятельная работа; 7) внеаудиторная работа; 8) рекомендации студенту; 9) рекомендации преподавателю; 10) текущий контроль. Она рассчитана на освоение дисциплины студентами бакалавриата.

### *1. Разделы дисциплины и виды занятий*

N	Разделы дисциплины	Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	Введение	2	0	0	1
1	Движение точки в силовом поле	2	3	3	2
2	Колебательное движение	3	3	3	2
3	Электрическое и магнитное поля	2	3	3	2
4	Моделирование явлений переноса	2	3	3	2
5	Волновое движение	3	3	3	2
6	Оптические и квантовые явления	2	3	3	2
7	Моделирование технических систем	2	2	2	2

## **2. Методика организации изучения дисциплины**

Технология организации учебной деятельности студентов при изучении дисциплины “Решение физических задач на компьютере” включает следующие позиции.

**2.1. Виды текущей аттестации аудиторной и внеаудиторной работы; критерий получения зачета.** За факт посещения занятий баллы не ставятся.

**Теория.** Каждую неделю проводится контрольная работа по теоретическому материалу за счет времени для контроля за самостоятельной работой студентов. **Задачи.** Студенты получают на каждом практическом занятии домашнее задание, включающее 3 или 4 задачи. За каждое домашнее задание студент получает оценку. После завершения практических занятий студенты выполняют контрольную работу по решению задач. **Лабораторные работы.** Студенты получают список задач, которые необходимо решить на компьютере. В конце занятия преподаватель оценивает решенные задачи.

### **2.2. Методика проведения лекций.**

**Введение. Моделирование как метод научного познания.** Лекция 1

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** проблемная лекция с элементами диалога.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, лекционные демонстрации опытов и компьютерных программ, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** обсуждение принципов компьютерного моделирования, названий физических величин.

**Аудиторная работа:** 1) Моделирование и системный подход; 2) Виды моделей; 3) Определение и классификация компьютерных моделей; 4) Принципы компьютерного моделирования. 5) Области применения компьютерных моделей.

**Самостоятельная работа:** нарисовать таблицу классификации компьютерных моделей, выписать определения.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание материала лекции, выполнение теоретических заданий, изучение рекомендованной литературы.

**Рекомендации студенту:** выучите определение компьютерной модели, классификацию моделей, сущность метода компьютерного моделирования.

**Рекомендации преподавателю:** на лекции следует продемонстрировать примеры компьютерных моделей различных систем, более подробно рассмотреть существующие классификации компьютерных моделей.

**Текущий контроль:** проверяется полнота и качество усвоения учебного материала, рассмотренного на лекции.

**Движение системы частиц в силовом поле. Лекция 2**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** проблемная лекция с элементами диалога.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, лекционные демонстрации опытов и компьютерных программ, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** обсуждение методов расчета движения системы взаимодействующих частиц в силовом поле.

**Аудиторная работа:** 1. Одномерное движение точки. 2. Двумерное движение точки в однородном поле. 3. Движение точки в центральном поле сил. 4. Движение заряда в электрическом и магнитном полях. 5. Сложные случаи движения частицы в силовом поле. 6. Движение системы частиц. 7. Моделирование движения тела.

**Самостоятельная работа:** нарисовать рисунок и вывести формулы для расчета координат и скоростей частиц в последующие моменты времени.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание материала лекции, выполнение теоретических заданий, изучение рекомендованной литературы.

**Рекомендации студенту:** выучите законы кинематики и динамики, метод конечных разностей Эйлера.

**Рекомендации преподавателю:** на лекции следует продемонстрировать примеры компьютерных моделей движения системы частиц, подробнее проанализировать задачу двух тел.

**Текущий контроль:** проверяется полнота и качество усвоения учебного материала, рассмотренного на лекции.

### **Колебательное движение. Лекция 3**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** проблемная лекция с элементами диалога.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, лекционные демонстрации опытов и компьютерных программ, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** обсуждение методов расчета движения механической колебательной системы.

**Аудиторная работа:** 1. Свободные колебания. 2. Вынужденные колебания. Автоколебания. 3. Моделирование колебаний сложных систем. 4. Колебания системы связанных осцилляторов. 4. Распространение волн в одномерной упругой среде. 5. Сложение колебаний. Фигуры Лиссажу.

**Самостоятельная работа:** нарисовать рисунок и вывести формулы для расчета состояния колебательной системы в последующие моменты времени.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание материала лекции, выполнение теоретических заданий, изучение рекомендованной литературы.

**Рекомендации студенту:** выучите вывод уравнений затухающих и вынужденных колебаний, метод конечных разностей Эйлера.

**Рекомендации преподавателю:** на лекции следует продемонстрировать примеры компьютерных моделей свободных и вынужденных колебаний.

**Текущий контроль:** проверяется полнота и качество усвоения учебного материала, рассмотренного на лекции.

**Электродинамические системы.** Лекция 4

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** проблемная лекция с элементами диалога.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, лекционные демонстрации опытов и компьютерных программ, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** обсуждение методов расчета электрических цепей постоянного и переменного тока, электрического и магнитного полей.

**Аудиторная работа:** 1. Расчет электрического поля. 2. Перемещение заряженных частиц в электрических полях. 3. Решение уравнения Пуассона для однородной среды. 4. Расчет магнитного поля. 5. Моделирование электрических цепей постоянного и переменного тока.

**Самостоятельная работа:** нарисовать рисунок и вывести формулы для расчета потенциала и напряженности электрического поля в данной точке пространства.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание материала лекции, выполнение теоретических заданий, изучение рекомендованной литературы.

**Рекомендации студенту:** выучите основные формулы для расчета электрических цепей и электрического поля.

**Рекомендации преподавателю:** на лекции следует продемонстрировать примеры расчета электрического поля на компьютере.

**Текущий контроль:** проверяется полнота и качество усвоения учебного материала, рассмотренного на лекции.



## **Явления переноса. Лекция 5**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** проблемная лекция с элементами диалога.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, лекционные демонстрации опытов и компьютерных программ, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** обсуждение методов расчета распределения температуры вдоль стержня и пластины.

**Аудиторная работа:** 1. Уравнение теплопроводности для однородной среды. 2. Уравнение адвекции–диффузии и его решение. 3. Решение уравнения теплопроводности для неоднородной среды. 4. Нелинейное уравнение теплопроводности. 5. Моделирование автоволновых процессов.

**Самостоятельная работа:** нарисовать рисунок и получить конечно–разностное уравнение для теплопроводности в одномерной и двумерной среде.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание материала лекции, выполнение теоретических заданий, изучение рекомендованной литературы.

**Рекомендации студенту:** выучите основные формулы для решения задачи теплопроводности в одномерном и двумерном случае.

**Рекомендации преподавателю:** на лекции следует продемонстрировать компьютерную модель теплопроводности пластины.

**Текущий контроль:** проверяется полнота и качество усвоения учебного материала, рассмотренного на лекции.

## **Волновое движение. Лекция 6**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** проблемная лекция с элементами диалога.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, лекционные демонстрации опытов и компьютерных программ, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** обсуждение методов решения волнового уравнения в одномерном и двумерном случаях.

**Аудиторная работа:** 1. Численное решение волнового уравнения. 2. Моделирование волны в одномерной среде. 3. Волна в двумерной среде. 4. Отражение и преломление волн. 5. Интерференция, дифракция.

**Самостоятельная работа:** нарисовать рисунок и получить конечно-разностное уравнение для волны в одномерной и двумерной среде.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание материала лекции, выполнение теоретических заданий, изучение рекомендованной литературы.

**Рекомендации студенту:** выучите основные формулы для численного решения волнового уравнения в одномерном и двумерном случае.

**Рекомендации преподавателю:** на лекции следует продемонстрировать компьютерную модель распространения волны.

**Текущий контроль:** проверяется полнота и качество усвоения учебного материала, рассмотренного на лекции.

## **Оптические и квантовые явления. Лекция 7**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** проблемная лекция с элементами диалога.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, лекционные демонстрации опытов и компьютерных программ, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** обсуждение методов расчета хода луча в оптически неоднородной среде.

**Аудиторная работа:** 1. Преломление света. Расчет хода луча света в неоднородной среде. 2. Расчет интерференционной картины. 3. Излучение черно-

го тела. 4. Движение частицы в потенциальной яме. 5. Прохождение частицы через потенциальный барьер.

**Самостоятельная работа:** нарисовать рисунок и описать алгоритм расчета хода светового луча в оптически неоднородной среде.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание материала лекции, выполнение теоретических заданий, изучение рекомендованной литературы.

**Рекомендации студенту:** выучите законы геометрической оптики, условия минимумов и максимумов при интерференции света.

**Рекомендации преподавателю:** на лекции следует продемонстрировать модель распространения световых лучей в неоднородной среде.

**Текущий контроль:** проверяется полнота и качество усвоения учебного материала, рассмотренного на лекции.

## **Технические системы. Лекция 8**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** проблемная лекция с элементами диалога.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, лекционные демонстрации опытов и компьютерных программ, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** обсуждение методов анализа и построения моделей технических систем.

**Аудиторная работа:** 1. Передача информации по каналу связи. 2. Моделирование терморегулятора. 3. Работа электроизмерительного прибора. 4. Асинхронный двигатель. 5. Модель системы автоматического регулирования. 6. Работа ядерного реактора.

**Самостоятельная работа:** нарисовать рисунок и описать алгоритм моделирования системы автоматического регулирования скорости.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание материала лекции, выполнение теоретических заданий, изучение рекомендованной литературы.

**Рекомендации студенту:** постарайтесь понять основные методы анализа и моделирования технических систем.

**Рекомендации преподавателю:** на лекции следует продемонстрировать модель функционирования регулятора скорости вращения.

**Текущий контроль:** проверяется полнота и качество усвоения учебного материала, рассмотренного на лекции.

### **2.3. Методика проведения семинаров**

**Одномерное движение точки под действием силы. Семинар 1**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** семинарское занятие с выступлениями студентов по теории, обсуждением условий задач и демонстрацией их решения.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** совместное решение задач в малых группах с последующим обсуждением полученных результатов.

**Аудиторная работа:** обсуждение алгоритмов решения задач на расчет ускорения, скорости и координаты точки, движущейся под действием силы.

**Самостоятельная работа:** решить и оформить задачи на расчет одномерного движения частицы под действием силы.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание методов решения задачи на расчет одномерного движения частицы под действием силы.

**Рекомендации студенту:** выучите методы решения задачи на расчет одномерного движения частицы под действием силы.

**Рекомендации преподавателю:** на семинаре следует проанализировать изучаемую систему, физическую сущность явления, нарисовать рисунок, построить математическую модель, обсудить результаты моделирования.

**Текущий контроль:** проверяются правильность решения, качество оформления и количество решенных задач.

## **Двумерное движение точки в силовом поле. Семинар 2**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** семинарское занятие с выступлениями студентов по теории, обсуждением условий задач и демонстрацией их решения.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** совместное решение задач в малых группах с последующим обсуждением полученных результатов.

**Аудиторная работа:** обсуждение алгоритмов решения задач на расчет движения точки в однородном и центрально симметричном поле.

**Самостоятельная работа:** решить и оформить задачи на расчет движения точки в однородном и центрально симметричном поле.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание методов решения задачи на расчет движения точки в однородном и центрально симметричном поле.

**Рекомендации студенту:** выучите методы решения задачи на расчет движения точки в однородном и центрально симметричном поле.

**Рекомендации преподавателю:** на семинаре следует проанализировать изучаемую систему, физическую сущность явления, нарисовать рисунок, построить математическую модель, обсудить результаты моделирования.

**Текущий контроль:** проверяются правильность решения, качество оформления и количество решенных задач.

## **Колебательное движение. Семинар 3**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** семинарское занятие с выступлениями студентов по теории, обсуждением условий задач и демонстрацией их решения.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** совместное решение задач в малых группах с последующим обсуждением полученных результатов.

**Аудиторная работа:** обсуждение алгоритмов решения задач на расчет свободных и вынужденных колебаний пружинного маятника.

**Самостоятельная работа:** решить и оформить задачи на расчет свободных и вынужденных колебаний пружинного маятника.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание вывода уравнений затухающих и вынужденных колебаний пружинного маятника.

**Рекомендации студенту:** выучите методы решения задачи на расчет свободных и вынужденных колебаний пружинного маятника.

**Рекомендации преподавателю:** на семинаре следует проанализировать изучаемую систему, физическую сущность явления, нарисовать рисунок, построить математическую модель, обсудить результаты моделирования.

**Текущий контроль:** проверяются правильность решения, качество оформления и количество решенных задач.

#### **Колебания системы связанных осцилляторов. Семинар 4**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** семинарское занятие с выступлениями студентов по теории, обсуждением условий задач и демонстрацией их решения.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** совместное решение задач в малых группах с последующим обсуждением полученных результатов.

**Аудиторная работа:** обсуждение алгоритмов решения задач на расчет движения системы нескольких связанных между собой осцилляторов.

**Самостоятельная работа:** решить и оформить задачи на расчет движения системы связанных осцилляторов, а также сложение колебаний.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание методов решения задачи на расчет движения системы связанных осцилляторов.

**Рекомендации студенту:** выучите вывод формулы и алгоритм решения задачи на расчет движения системы связанных осцилляторов.

**Рекомендации преподавателю:** на семинаре следует проанализировать изучаемую систему, физическую сущность явления, нарисовать рисунок, построить математическую модель, обсудить результаты моделирования.

**Текущий контроль:** проверяются правильность решения, качество оформления и количество решенных задач.

## **Электродинамические системы. Семинар 5**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** семинарское занятие с выступлениями студентов по теории, обсуждением условий задач и демонстрацией их решения.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** совместное решение задач в малых группах с последующим обсуждением полученных результатов.

**Аудиторная работа:** обсуждение алгоритмов решения задач на расчет электрического поля и движение в нем заряженных частиц.

**Самостоятельная работа:** решить и оформить задачи на расчет потенциала электрического поля и движение в нем заряженных частиц.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание формул и алгоритма решения задач на расчет напряженности и потенциала электрического поля и движение в нем заряженных частиц.

**Рекомендации студенту:** выучите методы решения задачи на расчет напряженности и потенциала электрического поля и движение заряженных частиц.

**Рекомендации преподавателю:** на семинаре следует проанализировать изучаемую систему, физическую сущность явления, нарисовать рисунок, построить математическую модель, обсудить результаты моделирования.

**Текущий контроль:** проверяются правильность решения, качество оформления и количество решенных задач.

**Явления переноса (диффузия и теплопроводность).** Семинар 6

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** семинарское занятие с выступлениями студентов по теории, обсуждением условий задач и демонстрацией их решения.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** совместное решение задач в малых группах с последующим обсуждением полученных результатов.

**Аудиторная работа:** обсуждение алгоритмов решения задачи теплопроводности в неоднородных одномерной и двумерной средах.

**Самостоятельная работа:** решить и оформить задачи на расчет распределения температуры вдоль неоднородных стержня и пластины.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание вывода уравнения теплопроводности в конечно разностном виде для однородной и неоднородной среды.

**Рекомендации студенту:** выучите методы решения задачи на расчет распределения температуры вдоль неоднородных стержня и пластины.

**Рекомендации преподавателю:** на семинаре следует проанализировать изучаемую систему, физическую сущность явления, нарисовать рисунок, построить математическую модель, обсудить результаты моделирования.

**Текущий контроль:** проверяются правильность решения, качество оформления и количество решенных задач.



## **Решение волнового уравнения. Семинар 7**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** семинарское занятие с выступлениями студентов по теории, обсуждением условий задач и демонстрацией их решения.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** совместное решение задач в малых группах с последующим обсуждением полученных результатов.

**Аудиторная работа:** обсуждение алгоритмов численного решения волнового уравнения для одномерной и двумерной средах.

**Самостоятельная работа:** решить и оформить задачи на распространение волны в одномерной и двумерной средах, отражение и прохождение волн через границу раздела двух сред.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание методов численного решения одномерного и двумерного волнового уравнения.

**Рекомендации студенту:** выучите методы решения задачи на расчет движения различных точек двумерной среды при распространении волны.

**Рекомендации преподавателю:** на семинаре следует проанализировать изучаемую систему, физическую сущность явления, нарисовать рисунок, построить математическую модель, обсудить результаты моделирования.

**Текущий контроль:** проверяются правильность решения, качество оформления и количество решенных задач.

## **Оптические и квантовые явления. Семинар 8**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** семинарское занятие с выступлениями студентов по теории, обсуждением условий задач и демонстрацией их решения.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** совместное решение задач в малых группах с последующим обсуждением полученных результатов.

**Аудиторная работа:** обсуждение алгоритмов решения задач на расчет интерференционной картины, возникающей при наложении когерентных волн.

**Самостоятельная работа:** решить и оформить задачи по теме “Излучение абсолютно черного тела” и “Движение частицы в потенциальной яме”.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание методов решения задачи расчет хода световых лучей в неоднородных средах.

**Рекомендации студенту:** повторите материал по темам “Частица в потенциальной яме” и “Прохождение частицы через потенциальный барьер”.

**Рекомендации преподавателю:** на семинаре следует проанализировать изучаемую систему, физическую сущность явления, нарисовать рисунок, построить математическую модель, обсудить результаты моделирования.

**Текущий контроль:** проверяются правильность решения, качество оформления и количество решенных задач.

#### **Технические системы. Семинар 9**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** семинарское занятие с выступлениями студентов по теории, обсуждением условий задач и демонстрацией их решения.

**Методы и средства обучения:** модульное изложение материала, записи на доске, беседа, ответы на вопросы.

**Интерактивные формы:** совместное решение задач в малых группах с последующим обсуждением полученных результатов.

**Аудиторная работа:** обсуждение алгоритмов решения задач на моделирование технических систем (канал связи, регулятор вращения и т.д.).

**Самостоятельная работа:** решить и оформить задачи по теме моделирование системы управления на примере регулятора скорости вращения.

**Внеаудиторная работа:** повторение, усвоение и запоминание методов моделирования терморегулятора и ядерного реактора.

**Рекомендации студенту:** повторите материал по теме “Моделирование технических систем”, включая уравнения и алгоритмы.

**Рекомендации преподавателю:** на семинаре следует проанализировать изучаемую систему, физическую сущность явления, нарисовать рисунок, построить математическую модель, обсудить результаты моделирования.

**Текущий контроль:** проверяются правильность решения, качество оформления и количество решенных задач.

#### ***2.4. Методика проведения лабораторных работ***

##### **Работа 1. Одномерное и двумерное движение точки в силовом поле.**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** лабораторное занятие по самостоятельному созданию компьютерной модели и проведению вычислительного эксперимента.

**Методы и средства обучения:** продуктивная деятельность с элементами исследования; учебная литература, инструкции к работе, компьютер с необходимым программным обеспечением.

**Интерактивные формы:** совместное выполнение учебного эксперимента в малых группах с последующим обсуждением полученных результатов при участии преподавателя.

**Аудиторная работа:** допуск к работе, набор и отладка программы, выполнение серии вычислительных экспериментов, оформление отчета, заключение по работе, получение дифференцированного зачета.

**Самостоятельная работа:** изучите метод решения задачи и алгоритм, используемый при моделировании одномерного движения точки под действием изменяющейся силы.

**Внеаудиторная работа:** повторение формул и законов, описывающих движение точки; подготовка отчета по работе в тетради.

**Рекомендации студенту:** при подготовке к лабораторной работе изучите сущность метода Эйлера, а также основной закон динамики и определения скорости и ускорения.

**Рекомендации преподавателю:** на выполнение работы отводится одно четырехчасовое занятие; проверяются и оцениваются знания студентов теории, методов компьютерного моделирования, умения интерпретации полученных результатов, качество оформления отчета.

**Текущий контроль:** студент допускается к выполнению работы, если он понимает физическую сущность явлений, которые собирается моделировать на компьютере; в процессе выполнения работы проверяются знания алгоритма, умения отлаживать компьютерную программу; после оформления работы студент сдает преподавателю зачет.

## **Работа 2. Колебательное и волновое движение точки.**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** лабораторное занятие по самостоятельному созданию компьютерной модели и проведению вычислительного эксперимента.

**Методы и средства обучения:** продуктивная деятельность с элементами исследования; учебная литература, инструкции к работе, компьютер с необходимым программным обеспечением.

**Интерактивные формы:** совместное выполнение учебного эксперимента в малых группах с последующим обсуждением полученных результатов при участии преподавателя.

**Аудиторная работа:** допуск к работе, набор и отладка программы, выполнение серии вычислительных экспериментов, оформление отчета, заключение по работе, получение дифференцированного зачета.

**Самостоятельная работа:** изучите метод решения задачи и алгоритм, используемый при моделировании свободных и вынужденных колебаний пружинного маятника, а также колебаний системы связанных осцилляторов.

**Внеаудиторная работа:** повторение формул и законов, описывающих движение колебательной системы; подготовка отчета по работе в тетради.

**Рекомендации студенту:** при подготовке к лабораторной работе изучите сущность метода Эйлера, основной закон динамики, а также вывод дифференциальных уравнений свободных и вынужденных колебаний.

**Рекомендации преподавателю:** на выполнение работы отводится одно четырехчасовое занятие; проверяются и оцениваются знания студентов теории, методов компьютерного моделирования, умения интерпретации полученных результатов, качество оформления отчета.

**Текущий контроль:** студент допускается к выполнению работы, если он понимает физическую сущность явлений, которые собирается моделировать на компьютере; в процессе выполнения работы проверяются знания алгоритма, умения отлаживать компьютерную программу; после оформления работы студент сдает преподавателю зачет.

### **Работа 3. Явления переноса (диффузия, теплопроводность, вязкость)**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** лабораторное занятие по самостоятельному созданию компьютерной модели и проведению вычислительного эксперимента.

**Методы и средства обучения:** продуктивная деятельность с элементами исследования; учебная литература, инструкции к работе, компьютер с необходимым программным обеспечением.

**Интерактивные формы:** совместное выполнение учебного эксперимента в малых группах с последующим обсуждением полученных результатов при участии преподавателя.

**Аудиторная работа:** допуск к работе, набор и отладка программы, выполнение серии вычислительных экспериментов, оформление отчета, заключение по работе, получение дифференцированного зачета.

**Самостоятельная работа:** изучите метод решения задачи и алгоритм, используемый при моделировании теплопроводности в одномерном и двумерном случаях.

**Внеаудиторная работа:** повторение формул и законов, описывающих движение колебательной системы; подготовка отчета по работе в тетради.

**Рекомендации студенту:** при подготовке к лабораторной работе изучите вывод уравнения теплопроводности для одномерной среды и получение конечно разностного уравнения.

**Рекомендации преподавателю:** на выполнение работы отводится одно четырехчасовое занятие; проверяются и оцениваются знания студентов теории, методов компьютерного моделирования, умения интерпретации полученных результатов, качество оформления отчета.

**Текущий контроль:** студент допускается к выполнению работы, если он понимает физическую сущность явлений, которые собирается моделировать на компьютере; в процессе выполнения работы проверяются знания алгоритма, умения отлаживать компьютерную программу; после оформления работы студент сдает преподавателю зачет.

#### **Работа 4. Электродинамические системы**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** лабораторное занятие по самостоятельному созданию компьютерной модели и проведению вычислительного эксперимента.

**Методы и средства обучения:** продуктивная деятельность с элементами исследования; учебная литература, инструкции к работе, компьютер с необходимым программным обеспечением.

**Интерактивные формы:** совместное выполнение учебного эксперимента в малых группах с последующим обсуждением полученных результатов при участии преподавателя.

**Аудиторная работа:** допуск к работе, набор и отладка программы, выполнение серии вычислительных экспериментов, оформление отчета, заключение по работе, получение дифференцированного зачета.

**Самостоятельная работа:** изучите метод расчета потенциала и напряженности поля нескольких точечных зарядов, а также численный метод решения уравнения Пуассона для расчета распределения потенциала в неоднородной одномерной или двумерной средах.

**Внеаудиторная работа:** повторение формул и законов электродинамики, необходимых для расчета электростатического поля и электрических цепей постоянного и переменного тока.

**Рекомендации студенту:** при подготовке к лабораторной работе изучите численный метод решения уравнения Пуассона, а также формула для расчета электростатического поля и электрических цепей.

**Рекомендации преподавателю:** на выполнение работы отводится одно четырехчасовое занятие; проверяются и оцениваются знания студентов теории, методов компьютерного моделирования, умения интерпретации полученных результатов, качество оформления отчета.

**Текущий контроль:** студент допускается к выполнению работы, если он понимает физическую сущность явлений, которые собирается моделировать на компьютере; в процессе выполнения работы проверяются знания алгоритма, умения отлаживать компьютерную программу; после оформления работы студент сдает преподавателю зачет.

## **Работа 5. Оптические и квантовые системы**

**Формируемые компетенции:** ОК–1, ОПК–3, ПК–2.

**Технология обучения:** лабораторное занятие по самостоятельному созданию компьютерной модели и проведению вычислительного эксперимента.

**Методы и средства обучения:** продуктивная деятельность с элементами исследования; учебная литература, инструкции к работе, компьютер с необходимым программным обеспечением.

**Интерактивные формы:** совместное выполнение учебного эксперимента в малых группах с последующим обсуждением полученных результатов при участии преподавателя.

**Аудиторная работа:** допуск к работе, набор и отладка программы, выполнение серии вычислительных экспериментов, оформление отчета, заключение по работе, получение дифференцированного зачета.

**Самостоятельная работа:** изучите формулу для излучения абсолютно черного тела, законы Стефана–Больцмана и Вина, стационарное уравнение Шредингера и используемый метод численного интегрирования.

**Внеаудиторная работа:** повторение формул и законов, описывающих движение колебательной системы; подготовка отчета по работе в тетради.

**Рекомендации студенту:** при подготовке к лабораторной работе изучите вывод уравнения теплопроводности для одномерной среды и получение конечно разностного уравнения.

**Рекомендации преподавателю:** на выполнение работы отводится одно четырехчасовое занятие; проверяются и оцениваются знания студентов теории, методов компьютерного моделирования, умения интерпретации полученных результатов, качество оформления отчета.

**Текущий контроль:** студент допускается к выполнению работы, если он понимает физическую сущность явлений, которые собирается моделировать на компьютере; в процессе выполнения работы проверяются знания алгоритма, умения отлаживать компьютерную программу; после оформления работы студент сдает преподавателю зачет.

## **2.5. Методика организации самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа включает подготовку к лекционным, практическим и лабораторным занятиям. К каждой следующей лекции студент обязан усвоить материал предшествующей. При подготовке к практическому занятию студент в рабочей тетради аккуратно оформляет решения всех заданных на дом задач, которые должны содержать: 1) условие задачи, записанное полно-



стью; 2) рисунок, поясняющий физический смысл явления, к которому относится задача; 3) решение задачи; 4) анализ сделанного решения; 5) численное значение ответа в системе СИ.

## РЕШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА КОМПЬЮТЕРЕ

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 1. Компетенция ОК–1

Студент владеет культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения. Эта компетенция проверяется посредством теста из 5 вопросов и последующей беседы по результатам выполненного теста.

#### *Контрольно–измерительные материалы.*

1. Имеется неоднородный шар радиусом  $R = 1$  м, плотность которого равна  $\rho(r) = 10^4 / (r + 0,2)$  кг/м, где  $r$  — расстояние до центра О. Необходимо найти его массу.

2. Имеется система из  $N = 10$  материальных точек, которые имеют известные массы  $m_i$  и координаты  $x_i, y_i, z_i$ . Необходимо рассчитать положение центра масс.

3. Камень брошен со скоростью  $v_0 = 17$  м/с под углом  $\alpha$  к горизонту. Рассчитайте координаты тела  $x$  и  $y$ , проекции скорости  $v_x$  и  $v_y$ , модуль скорости  $v$ , угол  $\gamma$  между вектором скорости и горизонталью, тангенциальное  $a_n$  и  $a_\tau$  нормальное ускорения в моменты времени  $t_i = i \cdot \Delta t$ .

4. Две частицы массами  $m_1$  и  $m_2$  движутся навстречу друг к другу с некоторыми скоростями  $v_1$  и  $v_2$ . Промоделируйте абсолютно упругое взаи-

модействие этих частиц, если между ними действуют: а) силы отталкивания; б) силы притяжения. В обоих случаях  $F = k / r^2$ .

5. Две материальные точки совершают одномерное движение в промежутке между двумя стенками, удаленными на расстояние  $L$ . Между частицами действуют силы отталкивания по закону  $F = 1000 / r^2$ . Необходимо рассчитать координаты и скорость частиц в момент времени  $t = 1,4$  с, построить графики движения  $x_1(t)$  и  $x_2(t)$ .

**Критерии освоения и шкала оценивания.** Компетенция считается сформированной удовлетворительно, если студент дает правильные ответы на 63 % вопросов теста.

## 2. Компетенция ОПК–3

Студент владеет основами речевой профессиональной культуры. Эта компетенция проверяется посредством теста из 15 вопросов и последующего объяснения студентом сделанного им выбора ответов на вопросы теста.

### ***Контрольно–измерительные материалы.***

1. Камень брошен со скоростью  $v_0 = 13$  м/с под углом  $\alpha$  к горизонту. Рассчитайте координаты тела  $x$  и  $y$ , проекции скорости  $v_x$  и  $v_y$ , модуль скорости  $v$ , угол  $\gamma$  между вектором скорости и горизонталью в заданный момент времени.

2. На неподвижную частицу массой  $m_1$  налетает частица массой  $m_2$ , движущаяся со скоростью  $v_2$ . Частицы взаимодействуют с силами отталкивания, удар абсолютно упругий и нецентральный. Необходимо определить углы разлета частиц по отношению к первоначальному направлению движения при различных значениях прицельного параметра.

3. Две материальные точки совершают одномерное движение в промежутке между двумя стенками, удаленными на расстояние  $L$ . Между частицами действуют силы отталкивания по закону  $F = 1000/r^2$ . Необходимо рассчитать координаты и скорость частиц в момент времени 2,2 с, построить графики движения  $x_1(t)$  и  $x_2(t)$ .

4. Точка одновременно участвует в двух гармонических колебаниях, происходящих во взаимно перпендикулярных направлениях. Амплитуды колебаний и частоты заданы. Необходимо определить траекторию движения точки, ее координаты  $x$ ,  $y$  и вектор скорости  $\vec{v}$  в произвольный момент  $t'$ .

5. К источнику постоянного напряжения с ЭДС  $E = 10$  В и внутренним сопротивлением  $r = 5$  Ом подключен переменный резистор. При каком сопротивлении внешней нагрузки  $R$  выделяющаяся на нем мощность  $P$  максимальна. Постройте график  $P = P(R)$ .

**Критерии освоения и шкала оценивания.** Компетенция считается сформированной удовлетворительно, если студент дает правильные ответы на 63 % вопросов теста.

### 3. Компетенция ПК–2

Студент готов применять современные методики и технологии, в том числе и информационные, для обеспечения качества учебно–воспитательного процесса на конкретной образовательной ступени конкретного образовательного учреждения.

#### **Контрольно–измерительные материалы.**

1. К источнику постоянной ЭДС с внутренним сопротивлением  $r_0$  подключен реостат сопротивлением  $R$ , использующийся в качестве делителя напряжения. Напряжение с делителя подается на нагрузку  $R_N$ . Изучите за-

висимость тока через источник, тока и напряжения на нагрузке от положения подвижного контакта реостата.

2. К источнику переменного напряжения регулируемой частоты подключен последовательный колебательный контур, состоящий из резистора  $R$ , конденсатора  $C$  и катушки индуктивности  $L$ . Рассчитайте емкостное  $X_C$ , индуктивное  $X_L$ , полное сопротивление цепи  $Z$  и силу тока  $I$  на разных частотах  $f$ . Промоделируйте резонанс напряжений, постройте резонансную кривую  $I = I(f)$ .

3. К источнику переменного напряжения регулируемой частоты подключен параллельный колебательный контур, состоящий из резистора  $R$ , конденсатора  $C$  и катушки индуктивности  $L$ . Рассчитайте проводимость конденсатора  $Y_C$ , катушки индуктивности  $Y_L$ , полную проводимость цепи  $Y$  и силу тока  $I$  через источник на разных частотах  $f$ . Промоделируйте резонанс напряжений, постройте резонансную кривую  $I = I(f)$ .

4. Последовательно соединенные резистор  $R$ , конденсатор  $C$  и катушка индуктивности  $L$  подключены к генератору импульсов. Промоделировать работу цепи, рассчитать кривую тока и напряжения на конденсаторе и катушке индуктивности, если генератор вырабатывает: 1) прямоугольные импульсы амплитудой  $U_0$  длительностью  $T_1$ , разделенные промежутком  $T_2$ ; 2) пилообразные импульсы периодом  $T$  и амплитудой  $U_0$ ; 3) импульсы, получающиеся в результате однополупериодного выпрямления, имеющие период  $T$  и амплитуду  $U_0$ .

5. Два когерентных источника с мощностью  $P_1$  и  $P_2$  излучают гармонические звуковые волны с длиной  $\lambda$ . Вдоль оси  $Oy$  перемещается микрофон, подключенный к осциллографу. Рассчитайте распределение интенсивности вдоль оси  $Oy$ .

**Критерии освоения и шкала оценивания.** Компетенция считается сформированной удовлетворительно, если студент дает правильные ответы на 63 % вопросов теста.

**2.6. Перечень вопросов к экзамену** формулируется в точном соответствии с программой дисциплины.

1. Компьютерные модели и их виды. Моделирование и системный подход. Принципы компьютерного моделирования, области применения.
2. Одномерное движение точки. Двумерное движение точки в однородном поле с учетом силы трения. Алгоритмы и программы.
3. Движение точки в центральном поле сил притяжения и отталкивания. Алгоритмы и программы.
4. Задача двух тел. Одномерное и двумерное движение двух частиц. Движение системы частиц. Моделирование движения молекул газа в сосуде.
5. Моделирование свободных и вынужденных колебаний. Сложение колебаний. Фигуры Лиссажу. Алгоритмы и программы.
6. Моделирование колебаний двух связанных маятников и системы связанных осцилляторов. Распространение волн в одномерной упругой среде.
7. Расчет потенциала и напряженности электрического поля. Построение эквипотенциальных поверхностей и силовых линий.
8. Решение уравнения Пуассона для однородной и неоднородной среды в одномерном и двумерном случаях. Конечно-разностное уравнение.
9. Уравнение теплопроводности для однородной и неоднородной среды в одномерном и двумерном случаях. Конечно-разностное уравнение.
10. Численное решение волнового уравнения для одномерной и двумерной сред. Конечно-разностное уравнение, алгоритм и программа.
11. Решение задач геометрической оптики. Отражение и преломление света. Расчет хода луча света в неоднородной среде.
12. Излучение черного тела. Вычисление интегральной светимости АЧТ. Закон Стефана–Больцмана и Вина. Алгоритмы и программы.

13. Решение задач квантовой физики. Движение частицы в потенциальной яме. Прохождение частицы через потенциальный барьер.
14. Моделирование технических систем. Передача информации по каналу связи. Моделирование терморегулятора. Алгоритмы и программы.
15. Моделирование работы электроизмерительного прибора, системы автоматического регулирования, ядерного реактора. Алгоритмы и программы.

Учебно–методический комплекс разработан Р.В.Майером, доктором педагогических наук, доцентом кафедры физики и дидактики физики ГГПИ.

24.10.2014