

Утверждена приказом директора МБОУ
«Лицей №1» от 27 августа 2020 года №264

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«Моделирование физических процессов»
физико-математической направленности**

Составитель: Минеев Ю.В., учитель физики

г. Усолье-Сибирское

2020

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	3
Планируемые результаты освоения дополнительной общеразвивающей программы	4
Организационно-педагогические условия	4
Учебный план	5
Содержание учебного предмета.....	5
Список литературы	Ошибка! Закладка не определена.

Пояснительная записка

Дополнительная общеразвивающая программа «Компьютерное моделирование физических процессов» на 2020-2021 учебный год предназначена для учащихся 10 классов, направлена на понимание: математического представления физических теорий, последовательного формирования научной картины мира; освоение простейших языков программирования. Важную роль играет самостоятельная работа обучающихся над созданием авторских компьютерных программ.

Дополнительная общеразвивающая программа «Компьютерное моделирование физических процессов» на 2020-2021 учебный год содержит в себе учебный план, календарный учебный график, планируемые результаты, содержание, учебно-тематическое планирование, а также оценочные и методические материалы.

Оценочные и методические материалы, учитывающие содержание и особенности образовательной программы, включены в программу как приложения.

Обучение по дополнительной общеразвивающей программе осуществляется на основе учебного плана, в соответствии с календарным учебным графиком и регламентируется расписанием занятий, утвержденным приказом директора МБОУ «Лицей №1».

Календарный учебный график отражает сроки начала и окончания обучения. В расписании учебных занятий отражается продолжительность учебного занятия, время начала и окончания уроков.

По итогам освоения дисциплин дополнительной общеразвивающей программы проводится промежуточная аттестация в форме презентации и защиты созданных обучающимися компьютерных моделей физических процессов.

Дополнительная общеразвивающая программа рассчитана на девятимесячный срок реализации. Форма обучения – очная, групповая. Обучение проводится с 05 сентября 2020 года по 31 мая 2021 года в помещении МБОУ «Лицей №1».

Цели:

- формирование научной картины мира;
- приобретение начальных навыков программирования;

Задачи:

- освоить простейшие приемы программирования;
- получить представление о объекториентированной среде программирования;
- научиться различным методам управления графическими объектами;
- уверенно владеть математическим аппаратом физических теорий, изучаемых в средней школе;
- получить умения научного творчества;
- приобрести опыт представления своих достижений.

В процессе овладения курсом у обучающихся формируются сложные формы мышления.

Количество часов

Возраст	Кол-во часов в неделю очная форма обучения	Количество учебных недель	Кол-во часов в год
15-17	2	34	72

Планируемые результаты освоения дополнительной общеразвивающей программы

После прохождению курса программы обучающиеся должны:

- Четко представлять, что такое физическая модель;
- Знать основные положения физических теорий, изучаемых в школе;
- Владеть соответствующим математическим аппаратом;
- Уметь определять тип переменной;
- Уметь обращаться с различными типами переменных;
- Знать синтаксис ветвления и цикла;
- Владеть написанием программного кода;
- Уметь обращаться с объектами программирования;
- Приобрести умения научного творчества;
- Получить опыт представления своих достижений.

Организационно-педагогические условия

Основные методы, обеспечивающие сознательное и прочное усвоение материала обучающимися:

- Словесный метод (лекция, объяснение, рассказ, беседа, самостоятельный поиск информации);
- Самостоятельная практическая работа (составление алгоритма, написание программного кода);
- Проблемно-поисковый метод (самостоятельный поиск способа представления физической теории);
- Метод контроля (защита проекта).

Психологическое обеспечение программы включает в себя создание комфортной, доброжелательной атмосферы на занятиях, пробуждение воображения детей в практической деятельности, разработка и подбор диагностических материалов для определения уровня удовлетворённости детей и их родителей содержанием занятий по данной программе.

Основные формы проведения занятий:

- Лекция, объяснение, беседа;
- Практические занятия в среде программирования;
- Самостоятельная работа по созданию и защите проекта;

Учебный план

№ п/п	Тема	Всего часов	Теория	Практика	Промежуточная аттестация
1.	Знакомство с языком программирования Visual Basic 6.0	1	1		
2.	Типы данных	1	0.5	0.5	1
3.	Моя первая программа	2	0.5	1.5	2
4.	Ветвление	4	1	3	4
5.	Циклы	6	1	5	6
6.	Реализация цикла с помощью объекта «часы»	2	0.5	1.5	2
7.	Способы представления графических объектов	4	1	3	4
8.	Комплексное использование графики	4		2	2
9.	Моделирование движения	4		2	2
10.	Построение графиков	2		2	2
11.	Итоговое занятие по основам программирования	1			1
12.	Моделирование механических сил	8		8	8
13.	Моделирование поля тяготения	4		4	4
14.	Моделирование электростатических сил	4		4	4
15.	Моделирование термодинамических процессов	4		4	4
16.	Работа над собственным проектом	19		19	
17.	Защита проекта	2			2

Содержание учебного предмета

1. Знакомство с языком программирования Visual Basic 6.0.

Объекториентированные языки программирования. Структура программного кода. Меню пользователя. Создание проекта.

2. Типы данных.

Переменные. Константы. Массивы. Оформление программного кода. Редактирование и отладка кода. Сохранение и компилирование.

3. Моя первая программа.

Создание простых программ, например: «Мой калькулятор», «Мой аудиоплеер» и т.п.

4. Ветвление.

Управляющие конструкции. Три формы условных алгоритмов. Примеры использования условий.

5. Циклы.

Понятие цикла. Три формы циклических алгоритмов. Примеры использования циклических конструкций.

6. Реализация цикла с помощью объекта «часы».

Что такое объект «часы». Параметры объекты «часы». Примеры применения «часов».

7. Способы представления графических объектов.

Использование стандартных графических объектов. Создание графических объектов. Рисование. Управление созданными объектами.

8. Комплексное использование графики.

Одновременное и попеременное использование различных графических объектов.

9. Моделирование движения.

Программное использование формул кинематики.

10. Построение графиков.

Построение графиков зависимости различных переменных в физических процессах.

11. Итоговое занятие по основам программирования.

Написание программного кода по заданию преподавателя.

12. Моделирование механических сил.

Силы в механике. Компьютерная модель силы упругости. Компьютерная модель силы сухого трения. Компьютерная модель силы вязкого трения.

13. Моделирование поля тяготения.

Моделирование однородного поля тяготения. Моделирование гравитационного взаимодействия.

14. Моделирование электростатических сил.

Моделирование закона Кулона. Моделирование взаимодействия различного количества заряженных тел.

15. Моделирование термодинамических процессов.

Использование генератора случайных чисел. Моделирование взаимодействия большого количества движущихся объектов.

16. Работа над собственным проектом.

Выбор иллюстрируемого физического процесса, например: бильярд, полет на Марс и т.д. Создание компьютерной модели физического процесса.

17. Защита проекта.

Представление проекта и его публичная защита.

Список литературы:

1. Ананьев А.И. Федоров А.Ф. Самоучитель Visual Basic 6.0. – СПб: БХВ-Петербург, 2003.
2. Лукин С.Н. Visual Basic 6.0 - Самоучитель для начинающих. – М.: Диалог-Мифи, 2001.

Оценочные материалы

Формы контроля:

- Представление проекта преподавателю;
- Публичная защита проекта.

Оценка эффективности программы включает следующие критерии:

1. Качество знаний, умений и навыков характеризуется следующими показателями:
 - глубиной знаний о физических процессах;
 - овладение навыками программирования.
2. Положительная мотивация к занятиям включает такие показатели как заинтересованность и самостоятельность обучающихся в научном творчестве.
3. Положительная эмоциональная настроенность определяется характером взаимоотношений с преподавателем и в коллективе обучающихся, а также успешным творчеством.
4. Интеллектуальный и личностный рост включает в себя формирование любознательности, информированности, умения ставить задачу и решать ее.

После прохождению курса программы обучающиеся должны:

- Знать основные физические процессы и математический аппарат, описывающий их;
- Уметь с помощью компьютерного моделирования визуализировать физические процессы.

Приложение

**Пример реализованного проекта.
«Визуализация процесса «падения» электрона на ядро в атоме
водорода»**

Пусть электрон движется с какой-то начальной скоростью, направленной перпендикулярно радиусу. Под действием силы кулоновского притяжения $F = \frac{e^2}{r^2}$, электрон должен приобретать ускорение, которое в декартовых координатах можно выразить через проекции на оси $a_x = \frac{e^2}{m_e r^2} \cos(\alpha_r)$ и $a_y = \frac{e^2}{m_e r^2} \sin(\alpha_r)$, где α_r – угол поворота радиус-вектора относительно оси Ox , определяемый как $\alpha_r = \arctg\left(\frac{y}{x}\right)$. Наличие ускорения изменяет скорость, так что $v_x' = v_x + a_x dt$ и $v_y' = v_y + a_y dt$. Новые координаты электрона определяются через измененные значения скорости движения: $x' = x + v_x' dt$ и $y' = y + v_y' dt$. Если значение и направление начальной скорости электрона позволяют обеспечить баланс сил $\frac{e^2}{r^2} = \frac{m_e v^2}{r}$, то электрон движется по окружности.

К рассмотренной динамике добавим силу радиационного трения $\vec{F}_{rad} = \frac{2}{3} \frac{e^2}{c^3} \frac{d\vec{a}}{dt}$. При рассмотрении вращательного движения, абсолютное значение скорости изменения ускорения может быть представлено, как $\frac{v^3}{r}$. Очевидно, что сила трения всегда направлена противоположно вектору скорости. Тогда запишем $F_{rad} = \frac{2}{3} \frac{e^2}{c^3} \frac{v^3}{r^2}$ или в более удобном виде $F_{rad} = \frac{2}{3} \frac{e^2}{r^2} \frac{v^3}{c^3}$.

Выше рассмотренные динамические уравнения, с учетом влияния силы радиационного трения, будут выглядеть следующим образом:

$v_x' = v_x + \frac{e^2}{m_e r^2} \cos(\alpha_r) dt - \frac{2}{3} \frac{e^2}{m_e r^2} \frac{v^3}{c^3} \cos(\alpha_v) dt$ и $v_y' = v_y + \frac{e^2}{m_e r^2} \sin(\alpha_r) dt - \frac{2}{3} \frac{e^2}{m_e r^2} \frac{v^3}{c^3} \sin(\alpha_v) dt$,
здесь α_v - угол поворота вектора скорости, относительно оси Ox .

Таким образом, проекции приращений скорости предстанут в виде:

$$d v_x = \left(\frac{e^2}{m_e r^2} \left(\cos(\alpha_r) - \frac{2}{3} \frac{v^3}{c^3} \cos(\alpha_v) \right) \right) dt;$$

$$d v_y = \left(\frac{e^2}{m_e r^2} \left(\sin(\alpha_r) - \frac{2}{3} \frac{v^3}{c^3} \sin(\alpha_v) \right) \right) dt.$$

Трудность точного решения заключается в том, что необходимо одновременно находить выражение для изменения скорости, полной скорости и координаты. Проще всего это сделать, производя одновременные вычисления искомых величин, используя компьютер. Одновременно это позволит визуализировать процесс. Основной частью такой программы будет бесконечно повторяющийся алгоритм, внутри которого каждый раз вычисляются: угол поворота радиус-вектора и угол поворота вектора скорости относительно оси Ox ; приращение проекций скорости и новые значения проекций полной скорости; новое значение полной скорости; приращение координат и новые значения координат; величина радиус-вектора.

Проведенный вычислительный эксперимент иллюстрируют графики зависимости от времени с начала эксперимента t для: радиуса орбиты r , скорости v , полной энергии E и момента количества движения электрона относительно ядра L . На графиках (рис. 1) отображен процесс до $3,1 \cdot 10^{-11}$ с. К этому времени электрон приблизился к ядру до расстояния меньше $0,087 \text{ \AA}$, его скорость составила более $5,4 \cdot 10^6 \text{ м/с}$, а момент количества движения стал меньше $0,4 \hbar$. К моменту времени $3,11 \cdot 10^{-11}$ с, падение становится настолько стремительным, что его можно считать завершенным.

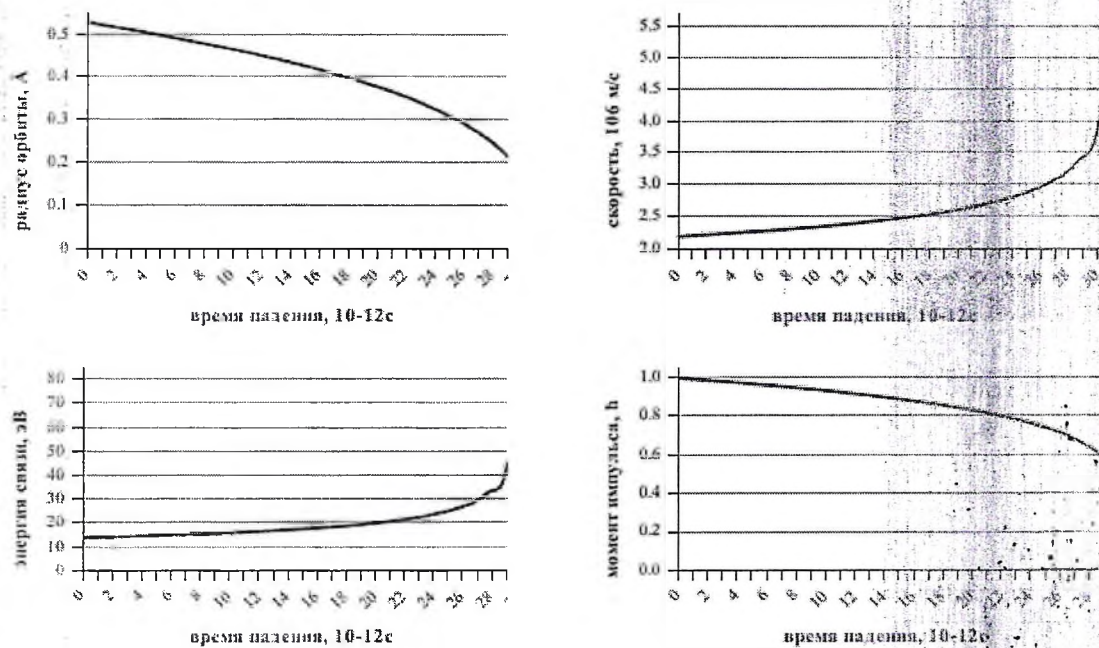


Рис. 1. Процесс падения электрона в «классическом» атоме водорода.

Таким образом, удалось более точно решить задачу «о падении электрона на ядро». Результат отличается на два-три порядка: от полученного аналитическим способом (10^{-11} с вместо $10^{-9} \div 10^{-8}$ с).

С помощью компьютерной программы можно искусственно увеличить мощность излучения, например в 10000 раз, чтобы получить картину падения.

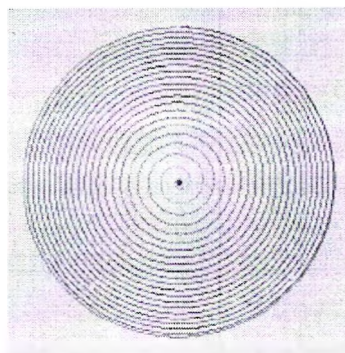


Рис. 2. Ускоренный процесс падения электрона в «классическом» атоме водорода.
Мощность радиационного трения увеличена в 10000 раз.