

**Майер Р.В. (100-721-214)**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ**  
**ДЛЯ ОБЪЯСНЕНИЯ СУЩНОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ**  
 Глазовский государственный педагогический институт

Статья посвящена проблемам использования вычислительного эксперимента и компьютерного моделирования при изучении информатики и физики. Рассмотренные в ней модели подробно проанализированы в книге “Компьютерное моделирование физических явлений” (Приложение, ссылка на файл pril.html). Электронная версия книги может быть бесплатно скачана с сайта <http://maier-rv.glazov.net> или <http://komp-model.narod.ru/>.

Вычислительный эксперимент является одним из эффективных методов познания, который широко используется в современной науке, наряду с наблюдением, экспериментальным изучением, математическим моделированием и т.д. Вычислительный эксперимент фактически является экспериментом над математической моделью исследуемого объекта, проводимым с использованием ЭВМ. Метод компьютерного моделирования в ряде случаев имеет преимущества над другими методами исследования. Далеко не все задачи можно решить аналитическими методами, далеко не все эксперименты возможно осуществить. Реальная постановка некоторых опытов затруднена или может дать непредсказуемый результат. В этом случае ученые проводят вычислительный эксперимент. Логичность и формализованность компьютерных моделей позволяет выявить основные факторы, определяющие свойства изучаемых объектов, исследовать отклик физической системы на изменения ее параметров и начальных условий.

Использование компьютерных моделей физических явлений в учебном процессе в ряде случаев имеет свои несомненные преимущества. Они позволяют иначе взглянуть на изучаемое явление, получить более полную информацию об изменяющихся физических величинах, построить соответствующие графики, траектории, в динамике “пронаблюдать” исследуемые процессы, сформировать у учащихся наглядный образ изучаемого явления, проникнуть в его физическую сущность, получить ответы на вопросы, которые остаются открытыми в результате проведения реального эксперимента.

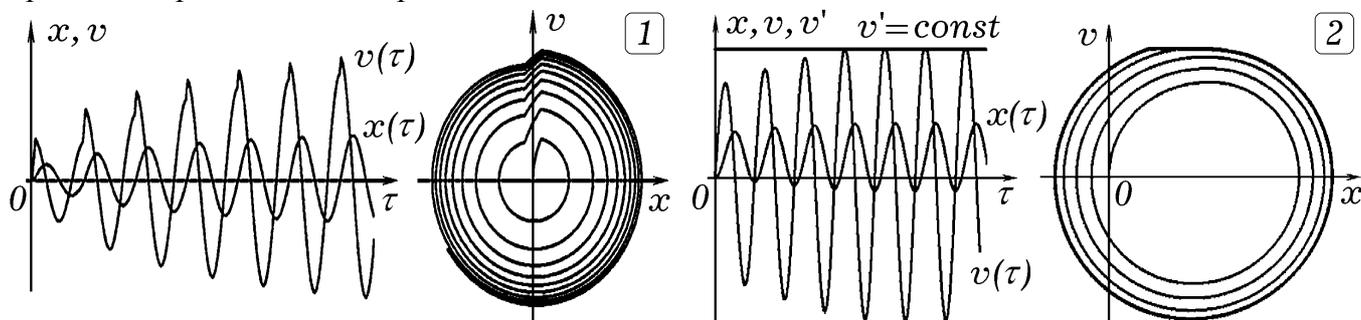


Рис. 1. Результаты моделирования автоколебательных систем.

Рассмотрим, например, изучение механических автоколебаний. Аналитическое решение соответствующих дифференциальных уравнений слишком громоздко. Проведение реального эксперимента, позволяющего получить графики зависимостей координаты и скорости от времени, а также фазовую кривую, — дело не простое. Компьютерная модель позволяет исследовать автоколебания при различных параметрах колебательной системы (рис. 1).

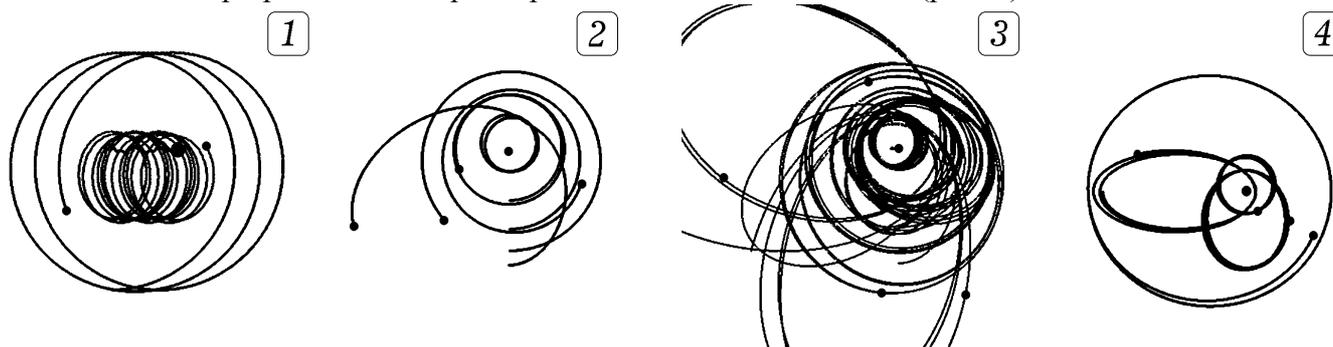


Рис. 2. Моделирование движения планет вокруг Солнца.

Допустим, учитель рассказывает о строении Солнечной системы. Как сформировать у школьника ее наглядный образ? Как показать движение планет вокруг Солнца и их взаимодействие друг с другом? Обычные рисунки статичны, учащихся больше заинтересует подвижная картинка, получающаяся как результат компьютерного моделирования (рис.2). В тот момент, когда они видят происходящее на экране монитора движение светящейся точки вокруг центра, в сознании формируется наглядный образ вращения планеты вокруг Солнца. Важно понимать, что речь идет не о какой-нибудь анимации: движение планет рассчитывается по законам динамики. Учитель обращает внимание на то, что вблизи Солнца планета увеличивает свою скорость, а при удалении от него — уменьшает. Изменяя массу планеты и Солнца, начальные координаты и скорость, можно исследовать влияние этих факторов на движение системы.

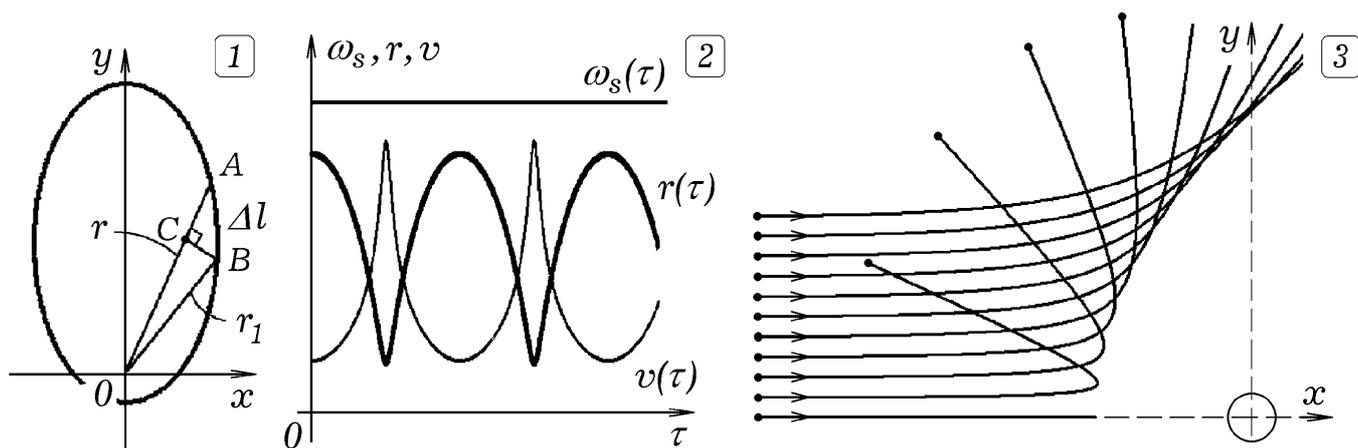


Рис. 3. Проверка второго закона Кеплера. Моделирование опыта Резерфорда.

Как доказать второй закон Кеплера на уроке физики? Как исследовать движение альфа-частиц в поле ядра атома золота (опыт Резерфорда)? Анализ перечисленных вопросов на качественном уровне не является убедительным доказательством. На помощь приходит компьютерная модель движения точки в поле центральных сил (рис.3). Изменяя прицельный параметр и скорость альфа-частиц, школьники могут провести серию вычислительных экспериментов. На экране остается траектория движения материальной точки, что также интересно. Аналитическое решение этих задач выходит за пределы школьной программы.

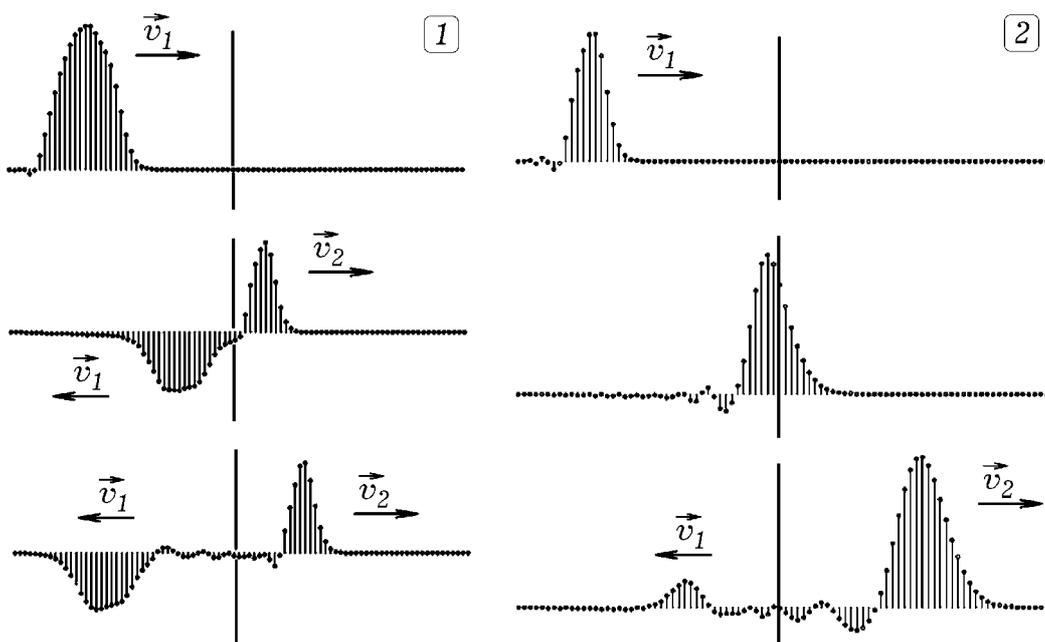


Рис. 4. Отражение импульса от границы раздела двух сред (модель одномерной упругой среды).

Учащиеся могут заниматься учебно-исследовательской работой, выполняя при этом различные реальные и вычислительные эксперименты. Допустим, речь идет об изучении явления отражения импульса от границы раздела двух сред. Несложная компьютерная программа позволяет промоделировать упругую среду, свойства которой, начиная с некоторого элемента, изменяются скачком, и распространяющийся по ней импульс или волну (рис. 4). Это же явление может быть исследовано с помощью программы, решающей волновое уравнение для одномерной среды (рис. 5). Обсуждаемые компьютерные модели дополняют реальные эксперименты, проводимые школьником при выполнении учебного исследования.

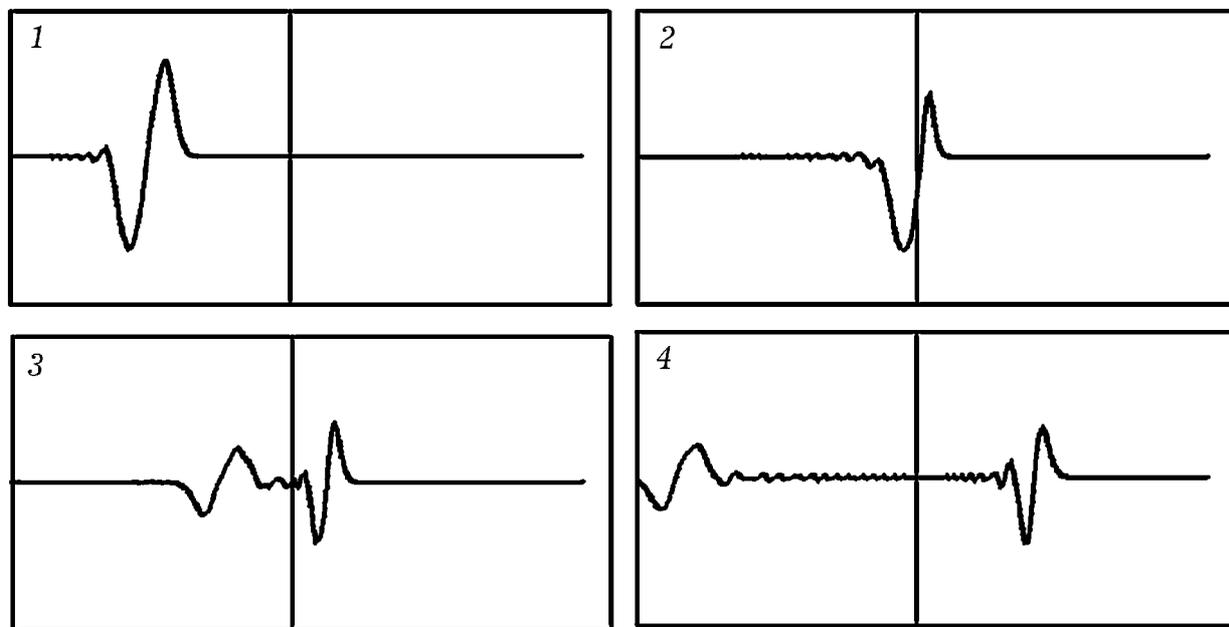


Рис. 5. Отражение импульса от границы раздела двух сред (решение волнового уравнения).

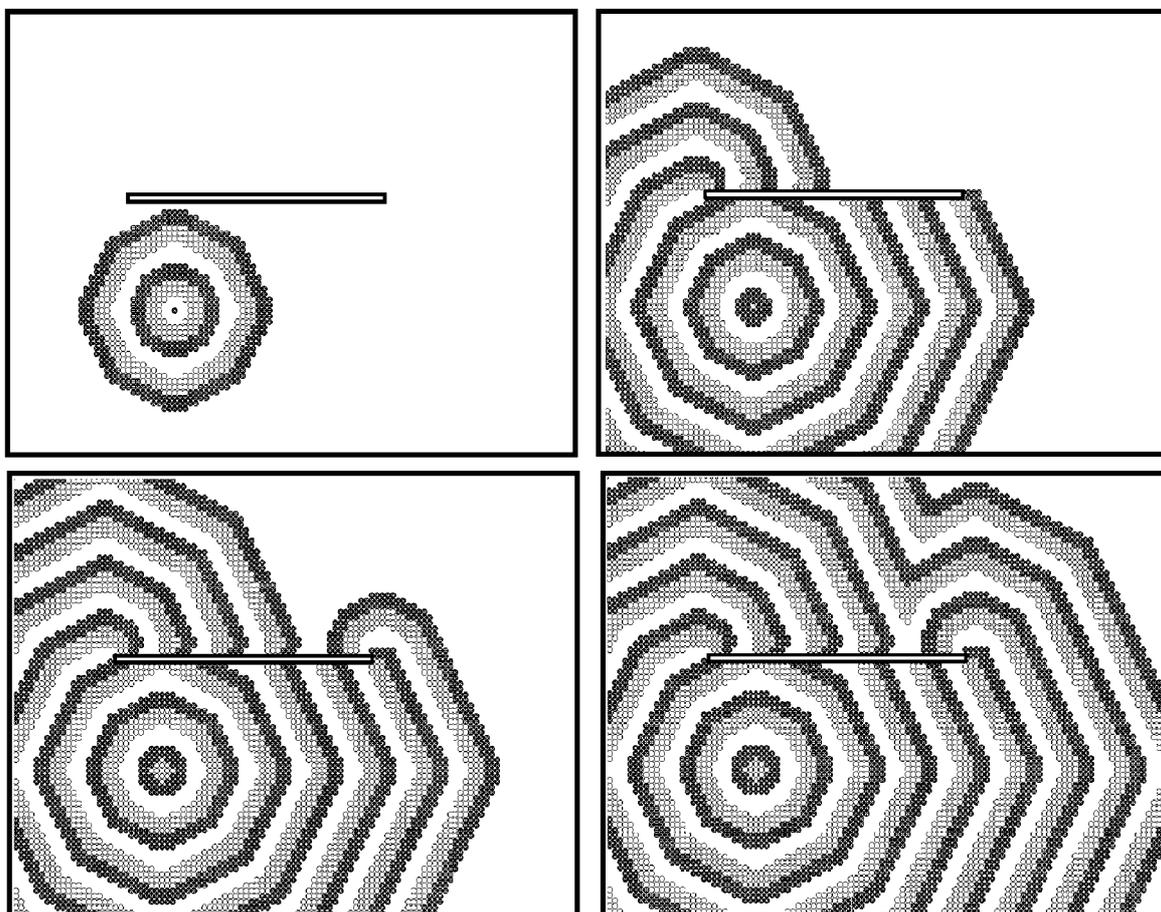


Рис. 6. Моделирование дифракции автоволн методом клеточных автоматов.

Определенный интерес для школьников, освоивших программирование, представляет собой компьютерная модель автоволновых процессов, в которой активная среда промоделирована системой клеточных автоматов, работающих по определенной программе. На рис. 6 показан результат моделирования дифракции автоволн на экране. Учащиеся в динамике наблюдают процесс распространения автоволны, образование однорукавных и двурукавных автоволн, при этом у них формируется наглядный образ рассматриваемого явления. Компьютерная модель позволяет провести серию вычислительных экспериментов при различных параметрах среды.

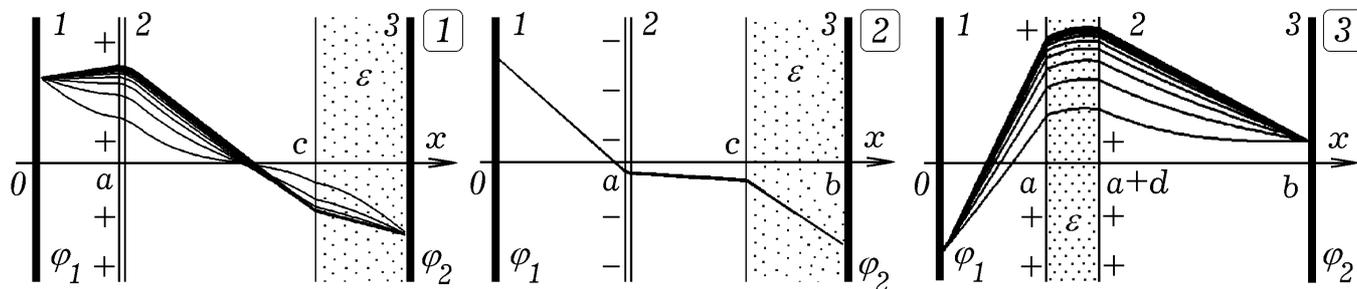


Рис. 7. Расчет потенциала в пространстве между двумя параллельными пластинами.

В классах с углубленным изучением дисциплин физико-математического цикла имеет смысл познакомить учащихся с методами расчета электрических полей. На рис. 7 и 8 представлены результаты решения этой задачи в одномерном и двумерном случаях.

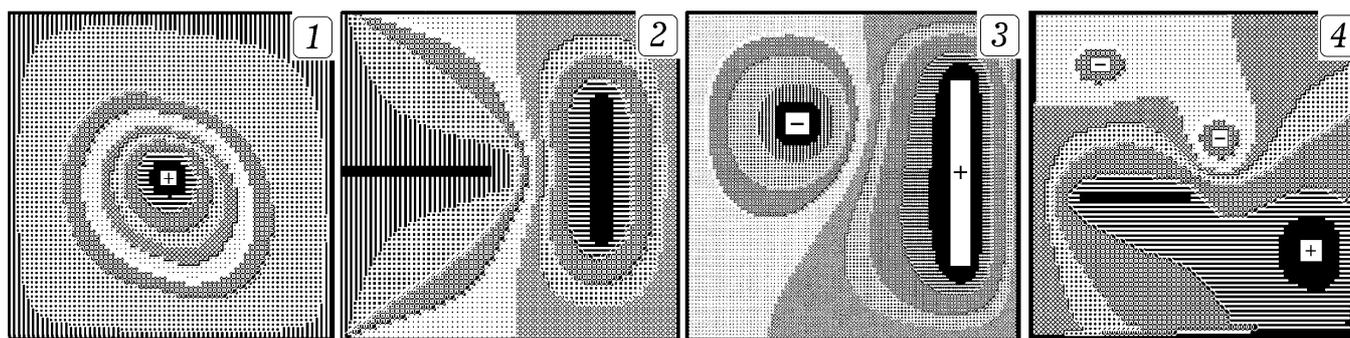


Рис. 8. Расчет потенциала в двумерной прямоугольной области.

Особо одаренным учащимся, интересующимся физикой и информатикой, можно показать компьютерную модель течения жидкости (рис. 9). Части жидкости, имеющие различные скорости, окрашиваются в разные цвета, что позволяет создать у учащихся наглядный образ изучаемого явления, сформировать представления о вычислительных методах решения задач гидродинамики.

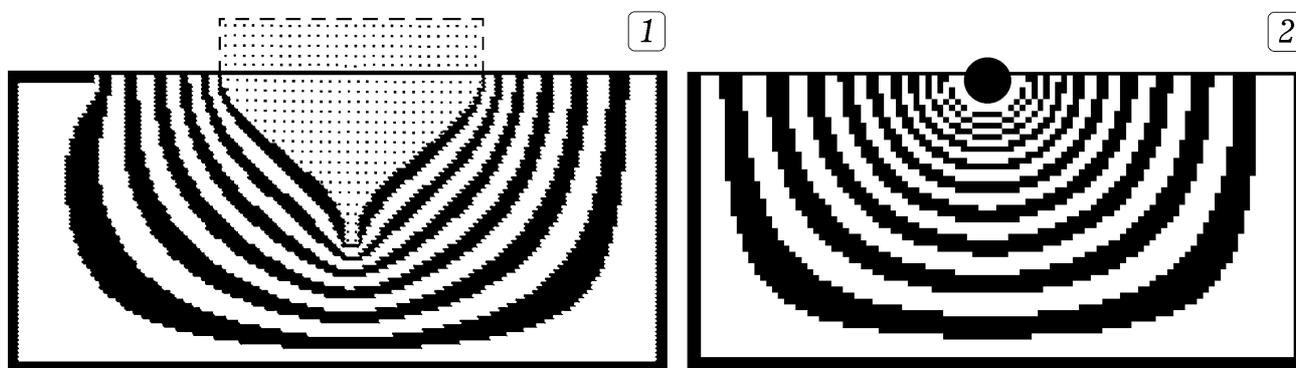


Рис. 9. Компьютерное моделирование течения жидкости.

При изучении интерференции возникает необходимость показать учащимся интерференционную картину, возникающую при наложении двух когерентных волн. Компьютерное моделирование ни в коем случае не заменяет реальный опыт, но может служить

его дополнением. Получающееся распределение интенсивности при различных частотах источников показано на рис. 10.

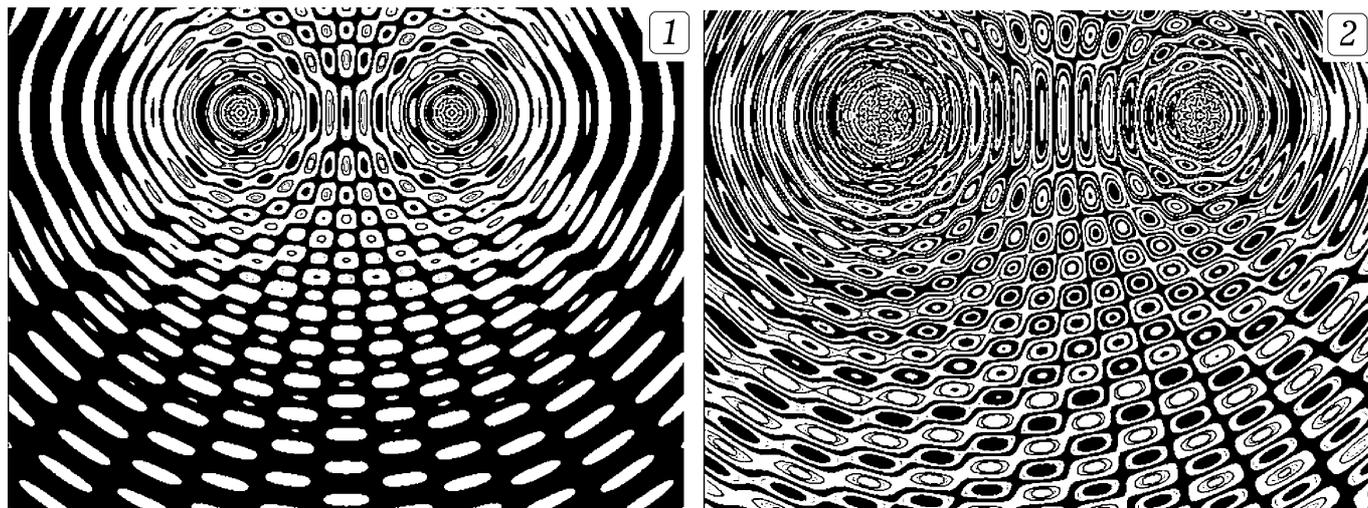


Рис. 10. Результат расчета интерференционной картины, создаваемой двумя источниками.

Эти и некоторые другие компьютерные модели физических процессов подробно рассмотрены в книге “Компьютерное моделирование физических явлений” (Приложение, ссылка на файл pril.html). Электронную версию книги можно скачать с сайта <http://maier-rv.glazov.net> или <http://komp-model.narod.ru/>.

#### Литература

1. Майер Р.В. Информационные технологии и физическое образование. — Глазов: ГГПИ, 2006. — 64 с.
2. Майер Р.В. Компьютерное моделирование физических явлений. — Глазов: ГГПИ, 2009. — 112 с.
3. Web-сайт: <http://maier-rv.glazov.net>.