

креплены, повторены) учащимися на данном уроке?

б) развивающие: какие умения формируются (развиваются) на данном уроке?

в) воспитательные: какие воспитательные возможности дает тема и как они реализуются в ходе урока?

4. Форма проведения урока: урок-лекция, урок-беседа, урок-экскурсия, урок-семинар, урок-практикум, урок-диспут, комбинированный урок и другие.

5. Оборудование урока: наличие дидактических материалов, использование классной доски, приборы, принадлежности и другое.

6. Запись хода урока. Может быть выполнена по следующей схеме:

Этапы урока	Деятельность учителя	Деятельность учеников

На этапе учебной ознакомительной практики студентам, не имеющим знаний по методике преподавания физики, затруднительно провести детальный анализ урока, дать общую оценку его результативности, образовательной и воспитательной эффективности, содействию общему развитию учащихся. Основная задача, которая ставится перед ними – это овладение методикой наблюдения, можно сказать, что практика на первом курсе – это практика наблюдений: за организацией учебно-воспитательного процесса в школе, за методикой подготовки учителя к различным типам уроков, за обучением и учением на уроке.

А. А. Жулего

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. А. Дей**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ИНТЕРАКТИВНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ УЧЕБНОГО WEB-РЕСУРСА ПО МЕТОДУ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Одним из самых эффективных методов имитационного моделирования является метод молекулярной динамики (МД). Он основан на моделировании движения системы частиц (атомов, молекул) с учетом потенциала их взаимодействия. Для каждой молекулы дифференциальные уравнения движения классической механики решаются чис-

ленным методом Верле [1]. На основании результирующих значений координат и скоростей частиц вычисляются физические характеристики системы.

Для активного усвоения студентами вопросов, связанных с физическими и математическими основами метода молекулярной динамики, был разработан учебный веб-ресурс с использованием языка разметки HTML5 и языка JavaScript [2, 3].

Веб-ресурс содержит информацию по истории развития метода, формулировке уравнений движения, формированию начальной конфигурации системы, потенциалам молекулярного взаимодействия, обработке результатов моделирования и другим вопросам [4].

На заключительном этапе в качестве учебного примера на отдельной странице веб-ресурса было разработано и размещено интерактивное приложение (модель), реализующее метод молекулярной динамики в двумерной геометрии (рисунок 1).

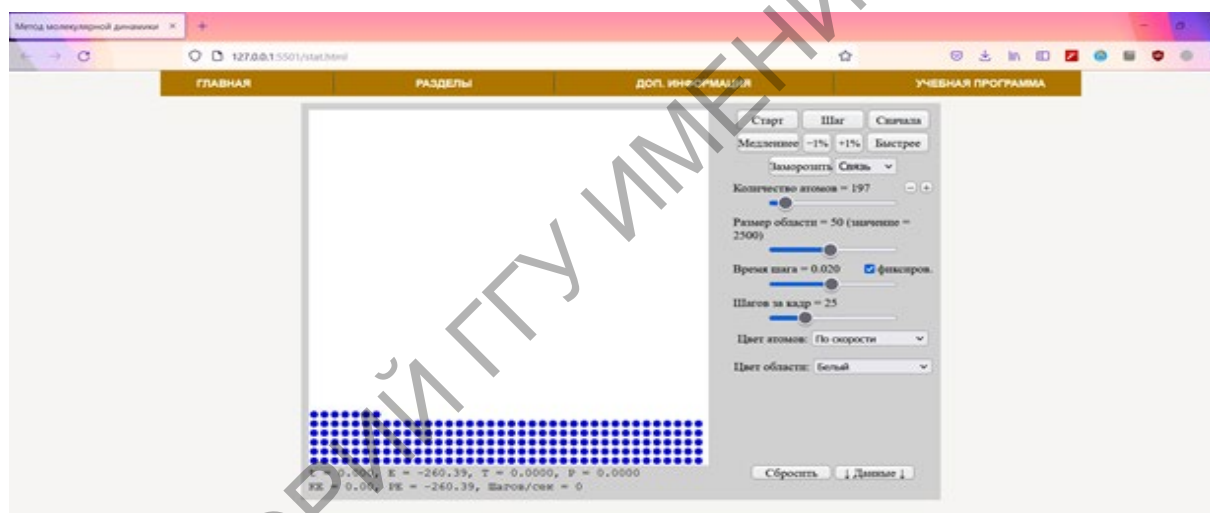


Рисунок 1 – Страница с интерактивной реализацией метода МД

Сила между атомами рассчитывается на основании потенциала Леннарда-Джонса (с отсечением на расстоянии трех молекулярных диаметров).

Численное решение дифференциальных уравнений движения выполняется с помощью алгоритма Верле для значения шага по времени, выбираемого на экране. Использование слишком большого временного шага может сделать моделирование неточным, а иногда даже нестабильным.

Код реализации алгоритма Верле приведен на рисунке 2.

```

function Verle() {
    var dt = Number(dtSlider.value);
    var halfdt = 0.5 * dt;
    var halfdtsquared = halfdt * dt;
    for (var i=0; i<N; i++) {
        x[i] += vx[i]*dt + ax[i]*halfdtsquared;
        y[i] += vy[i]*dt + ay[i]*halfdtsquared;
        vx[i] += ax[i]*halfdt;
        vy[i] += ay[i]*halfdt;
    }
    computeAccelerations();
    for (var i=0; i<N; i++) {
        vx[i] += ax[i]*halfdt;
        vy[i] += ay[i]*halfdt;
    }
    for (var i=0; i<fixedCount; i++) {
        vx[fixedList[i]] = 0;
        vy[fixedList[i]] = 0;
    }
    time += dt;
    updateTandP();
    autoRecordData();
    resizeStep();
}

```

Рисунок 2 – Программная реализация метода Верле

В моделировании используется естественная система единиц физических величин, в которой атомный диаметр, атомная масса, глубина потенциала Леннарда-Джонса и постоянная Больцмана равны 1.

Кнопка «Старт» начинает симуляцию, «Шаг» – переход вперед во времени на один временной шаг. Ползунок «Шагов на кадр» управляет как скоростью непрерывной работы, так и количеством временных шагов, выполняемых между моментами вывода конфигурации молекул на экран.

Кнопки «Быстрее» и «Медленнее» увеличивают и уменьшают скорость всех атомов на 10%. Можно нажимать их несколько раз для большего эффекта или использовать кнопки +1% и -1% для точной настройки. Кнопка «Заморозить» устанавливает все скорости на ноль. Использование этих кнопок выводит систему из теплового равновесия.

Ползунок «Размер области» изменяет ширину контейнера (в единицах атомного диаметра); поскольку контейнер всегда рисуется так, чтобы заполнить одну и ту же область экрана, этот параметр также определяет масштаб (уровень масштабирования) изображения. Когда симуляция запущена, она ограничивает скорость изменения размера окна.

Для более информативного отображения молекул на экране используется цветовая градация из 20 цветов соответственно величине модуля скорости. Самый яркий цвет используется для всех скоростей выше 3,0.

Статистические данные, отображаемые под изображением системы частиц, включают время, общую энергию, температуру и давление. Температура вычисляется на основании средней кинетической энергии. Температура и давление усредняются по времени.

Вид окна интерактивной модели после завершения расчетов показан на рисунке 3.

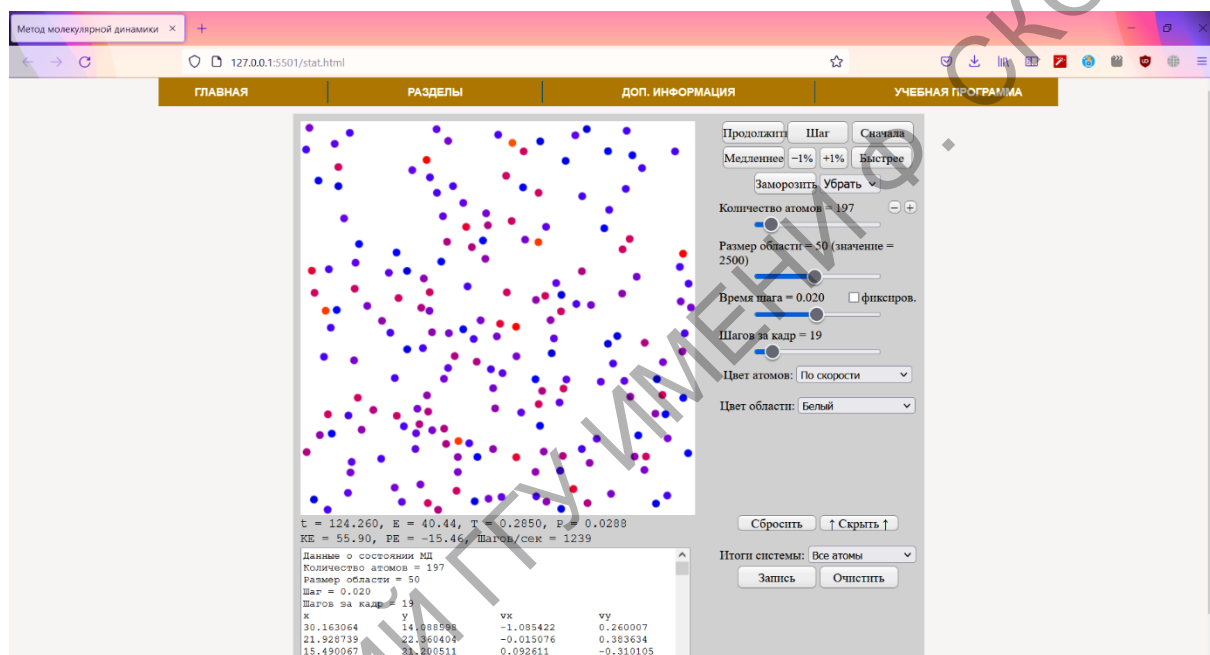


Рисунок 3 – Результат работы интерактивной программы

Разработанный веб-ресурс и интерактивное приложение в его составе могут быть использованы студентами специальности «Компьютерная физика» при изучении метода молекулярной динамики и самостоятельного проведения вычислительных экспериментов.

Литература

1. Галимзянов, Б. Н. Основы моделирования молекулярной динамики: Учебное пособие / Б. Н. Галимзянов, А. В. Мокшин. – Казань : КФУ, 2016. – 107 с.

2. Лабберс, П. HTML 5 для профессионалов. Мощные инструменты для разработки современных веб-приложений / П. Лабберс, Б. Олберс, Ф. Салим. – М. : Вильямс, 2011. – 267с.

3. Флэнаган, Д. JavaScript. Подробное руководство / Д. Флэнаган ; пер. с англ. – 6-е издание. – СПб : Символ-Плюс, 2012. – 1080 с.

4. Жулего, А. А. Разработка учебного web-ресурса по методу молекулярной динамики / А. А. Жулего // Актуальные вопросы физики и техники: X Респуб. научн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов : материалы: в 2 ч. Ч. 1. (Гомель, 22 апр. 2021 г.) / ГГУ им. Ф. Скорины ; редкол. : Д. Л. Коваленко (гл. ред.) [и др.]. – Гомель, 2021. – С. 258–261.

Д. Ишанбердиев

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А. Н. Годлевская**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ИЗУЧЕНИЕ СИЛЫ ТРЕНИЯ В СЕДЬМОМ КЛАССЕ

В [1, с. 5] в числе актуальных, обуславливающих особенности организации образовательного процесса в учреждениях общего среднего образования Республики Беларусь в 2021/2022 учебном году, названы системно-деятельностный, культурологический, личностно ориентированный и компетентностный подходы. Подчёркнуто также, что «формирование опыта деятельности учащихся на основе приобретаемых знаний для решения широкого диапазона жизненных задач в различных сферах деятельности человека, профессионального определения, общения и социальных отношений является актуальным аспектом образовательного процесса при реализации образовательных программ общего среднего образования» [1, с. 6]. В научно-методических и дидактических материалах, размещенных на национальном образовательном портале <https://adu.by>, рекомендовано предлагать учащимся практико-ориентированные задания, которые «предназначены для формирования образовательных компетенций и ориентированы на усвоение учащимися учебного материала при осуществлении различных видов деятельности: познавательной, коммуникативной, поисковой, творческой и др.» [1, с. 6].

Возможность личного проектирования уроков физики с соблюдением принципов, соответствующих вышеперечисленным подходам,