

# **СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУКА – ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ БУДУЩЕГО**

Материалы Международного  
форума студенческой науки

г. Минск, 18–27 апреля 2017 г.

# ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ ACTION SCRIPT 3.0 КАК СРЕДСТВО ВИЗУАЛИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

## PROGRAMMING LANGUAGE ACTION SCRIPT 3.0 AS A MEANS OF VISUALIZING PHYSICAL PHENOMENA

В. И. Сушко

V.I. Sushko

Науч. рук. – В. Р. Соболев, доктор физ-мат. наук, профессор,

О. В. Зинкевич, Б.Б.Потапов, М. Н. Крагель, П. Л. Широков

*На примере визуализации броуновского движения представлены основные моменты формирования картины движения малых частиц, находящихся в окружении окружающих молекул, подвергнутых непрерывному хаотическому движению. Приложение Flash со встроенным языком программирования Action Script 3.0 позволило создать картину анимации явления и ввести все большее число параметров по мере необходимости при переходе от качественной к количественной схеме разработки процесс. Неупорядоченное движение взвешенной частицы в результате флуктуаций числа микро ударов моделируется в приближении упругого взаимодействия, когда единичный импульс, переданный от молекулы в данной локальной точке частицы в ее нормальной компоненте, равен удвоенной нормальной составляющую импульса налетающей молекулы. Можно показать изменение влияния молекул на движение микрочастицы через изменение ее массы, температуры и количества молекул.*

*On the example of the visualization of Brownian motion, the main moments of the formation of a picture of the motion of small particles located in the environment of surrounding molecules subjected to continuous chaotic motion are presented. The Flash attachment with the built-in programming language Action Script 3.0 made it possible to create a picture of the animation of the phenomenon and to introduce an increasing number of parameters as necessary in the transition from a qualitative to a quantitative scheme of the development of the process. The disordered motion of a suspended particle, as a result of fluctuations in the number of micro strikes, is modeled in the elastic interaction approximation, when a single momentum transferred from a molecule at a given local point of the particle in its normal component is equal to double the normal component of the momentum of the incident molecule. It is possible to display the variation of the effect of molecules on the movement of a micro particle via the variation of its mass, temperature, and number of molecules.*

*Ключевые слова: броуновское движение, молекула, язык программирования, анимация явления, флуктуации.*

*Key words: brownovskoe movement, molecule, the programming language, animation phenomena, fluctuations.*

**С**овременные средства анимации и возможности численного моделирования разнообразных физических процессов позволяют формировать зрительные образы, которые соответствуют явлениям микро и макро

мира недоступным для наблюдения не вооруженным глазом. Немаловажно, что с помощью компьютера можно представлять явления динамики взаимодействующих тел в их перемещении во времени, в соответствии с эволюцией рассматриваемого процесса. К подобному виду анимаций можно отнести достаточно легко воспроизводимые приближенные траектории движения небесных объектов, включая планеты солнечной системы с отображением законов Кеплера. Сравнительно доступные методы программирования позволяют воспроизводить на мониторе такие закономерности как, например, процесс соударения шаров различной массы в приближении упругого и неупругого удара, с возможностью построить картину движения шаров при центральном и боковом взаимодействии. Если касаться микромира, то средства компьютерного представления эволюции систем во времени также могут быть применены для отображения процессов со множественным количеством так называемых ударов, которые возникают в рамках представлений основных положений молекулярно-кинетической теории и проявляют себя, в частности, в перемещения мельчайших частиц, видных в окуляре микроскопа.

В сообщении представлены основные моменты формирования картины движения на мониторе малых частиц, находящихся в среде окружающих молекул, подверженных непрерывному хаотическому движению, интенсивность которого, как известно, в условиях термодинамического равновесия является мерой температуры окружающей среды. Беспорядочное перемещение взвешенной частицы, как следствие флуктуаций числа микро ударов, смоделировано в приближении упругого взаимодействия, когда разовый от молекулы импульс, переданный в данной локальной точке частице в его нормальной компоненте равняется удвоенной нормальной составляющей импульса налетающей молекулы. Представление картины в терминах упругого взаимодействия несколько идеализировано, ввиду пренебрежения альтернативной формой столкновений, но элементы неупругости затрудняют математическую формализацию в виду необходимости учета изменения массы в условиях рассматриваемой бомбардировки микрочастицы.

Сама среда Flash с использованием встроенного языка программирования ActionScript 3.0 позволяет совершенствовать процесс числовой анимации явления и вводить нарастающее количество параметров по мере необходимости при переходе от качественной к количественной схеме развития процесса с течением времени. Предусмотренная возможность отображения воздействия интенсивности движения молекул и соударений на перемещение микро частицы по мере изменения температуры системы, количества молекул, а также свойства и способность перемещаться при некотором варьировании массы самой микрочастицы создают предпосылки применения рассматриваемой анимационной разработки не только для физических коллективных демонстраций броуновского движения. Как известно, в 1827 году Броун разглядывая под микроскопом выделенные из клеток пыльцы взве-

шенные в воде удлинённые цитоплазматические зерна увидел, что мельчайшие твёрдые крупинки, которые едва можно было разглядеть в капле воды, непрерывно дрожат и передвигаются с места на место.

Разработка позволяет не только отображать основные моменты броуновского движения в виртуальном физическом эксперименте. Проведённые в экспрессе режиме демонстрации при изменении условий по температуре, количеству молекул, массе бомбардируемой микрочастицы могут явиться объектом самостоятельной расчётной работы студентов и старших школьников соответствующего профиля при проведении промежуточных срезов, олимпиад, физических турниров между классами и школами. В дополнение к сказанному язык ActionScript 3.0 обеспечивает определённую универсализацию и работоспособность модели в среде распространённых операционных систем с высокой совместимостью по версиям Adobe Flash Player, причём за счёт применения удобного интерфейса броуновская анимация адаптирована к воспроизведению на мобильных устройствах.

### *Литература*

1. Adobe Creative Time /Adobe Press. Adobe Flash Professional CS6 CLASSROOM IN A BOOK / Stephen Nathans-Kekky. – 2012. – 418 p.

2. Гезехус Н. А. Броуновское движение // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). – СПб., 1890–1907.