

Из-за q -ичных значений элементов матрицы G_h основное применение рассмотренной конструкции возможно в спектральном анализе. Например, в прикладных задачах обработки изображений, связанных с сегментацией динамических объектов, когда выбор признаков объектов осуществляется с использованием дискретного преобразования Хартли [3].

Список использованных источников

1. W.K. Pratt. Digital Image Processing. J. Wiley & Sons. – 1978.
2. Mitsiukhin, A., Pachynin V., Petrovskaya E. Hartley Discrete Transform Image Coding. Proceedings 52. International Scientific Colloquium, DE, Ilmenau, 12–16 September 2007, Technische Universität Ilmenau. – TU Ilmenau, 2007.
3. Mitsiukhin, A. Segmentation of Dynamical Images by Means of Discrete Hartley Transform // Innovation in Mechanical Engineering – Shaping the Future: Proceedings 56. International Scientific Colloquium, DE, Ilmenau, 12–16 September 2011, Technische Universität Ilmenau. – TU Ilmenau, 2011. – URN (Paper): urn:nbn:de:gbv:ilm1-2011iwk-011:5, id 1100. – P. 1–4.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Нехайчик Н. В., Тельпук С. В.

Майсеня Л. И. – канд. физ.-мат. наук, зав кафедрой ФМД, доцент

На протяжении всей истории человечества в многочисленных войнах использовались различные метательные устройства: пращи, катапульты, пушки, ракеты. От точности попадания часто зависело очень многое, иногда даже исход всей войны. Поэтому особое значение приобретало точное математическое исследование полета снаряда. Была создана специальная наука – *баллистика*. Название этой науки происходит от греческого слова βάλειν, означающего бросать. Она занимается, главным образом, исследованием движения снарядов, выпущенных из огнестрельного оружия, ракетных снарядов и баллистических ракет.

Основные разделы баллистики:

а) *внутренняя баллистика* изучает движение снарядов в канале ствола оружия под действием пороховых газов, а также другие процессы, происходящие при выстреле в канале или камере пороховой ракеты;

б) *внешняя баллистика* изучает движение снарядов, мин, пуль, неуправляемых ракет и др. после прекращения их силового взаимодействия со стволом оружия, а также факторы, влияющие на это движение;

в) существует также понятие *терминальной (конечной) баллистики*, имеющий отношение к взаимодействию снаряда и тела, в которое он попадает, и движению снаряда после попадания.

Главной задачей научной баллистики является математическое решение задачи о зависимости кривой полета (траектории) брошенных и выстрелянных тел от ее факторов (силы пороха, силы тяжести, сопротивления воздуха, трения). Для этой цели необходимо знание высшей математики.

Изучение баллистики без знания основ координатного метода невозможно, так как для описания движения снаряда необходимо иметь возможность однозначной фиксации его изменяющихся во времени пространственных положений, что обеспечивается использованием определенных систем отсчета. В баллистике в качестве системы отсчета чаще всего используют обычную декартову систему координат. В ряде случаев применяют полярную систему координат.

Движение снаряда по баллистической траектории описывается с точки зрения математического анализа системой дифференциальных уравнений. Однако на протяжении многих лет трудность состояла в том, чтобы найти достаточно точное функциональное выражение для силы сопротивления воздуха, да ещё такое, которое позволяло бы найти решение этой системы уравнений в виде выражения из элементарных функций. Но в XX в. в решении проблемы произошёл коренной переворот. Около 1900 г. немецкие математики К. Рунге и М. Кутта разработали численный метод интегрирования дифференциальных уравнений, позволявший с заданной точностью решать такие уравнения при наличии численных значений всех исходных данных.

Форма баллистической траектории обычно рассчитывается методом численного интегрирования дифференциальных уравнений движения снаряда в стандартной атмосфере. Наиболее распространённые из них – метод численного интегрирования дифференциального уравнения Рунге-Кутта и метод численного интегрирования разностным методом.

Метод численного интегрирования дифференциальных уравнений Рунге-Кутта:

В основу метода Рунге-Кутта положено разложение искомой функции $y = f(x)$ около её известной точки (x_n, y_n) в степенной ряд по аргументу $(x - x_n)$:

$$y = y_n + (x - x_n) y'_n + \frac{(x - x_n)^2}{2!} y''_n + \dots + \frac{(x - x_n)^m}{m!} y^{(m)}_n + \dots$$

Разложение даёт возможность получить значение функции y по известному начальному значению функции $y(x_n)$ и шагу h_x . Искомое последующее значение равно: $y_{n+1} = y + \Delta y_n$.

Также для расчётов применяются различные аналитические и табличные методы решения задач внешней баллистики, но следует отметить с некоторыми допущениями:

1. ПАРАБОЛИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

В данном случае представлены аналитические методы решения систем уравнений, в которых члены, учитывающие сопротивления среды опущены.

2. ЭЛЛИПТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

Траектория, по которой движется тело, обладающее некоторой начальной скоростью, представляет собой расположенную часть эллипса, один из фокусов которого совпадает с гравитационным центром Земли.

Форма участков баллистической траектории, проходящих в плотных слоях атмосферы, зависит от многих факторов: начальной скорости снаряда, его формы и массы, текущего состояния атмосферы на траектории (температура, давление, плотность), направления вращения земли и от характера движения снаряда вокруг его центра масс.

СПИНТРОНИКА – ЭЛЕКТРОНИКА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Семёнов И. Ю.

Синяков Г. Н. – д-р. физ.-мат. наук, профессор

В докладе представлен обзор развития спиновой электроники и её применений.

Достаточно молодая область современной физики — спиновая электроника, или спинтроника, — притягивает всё больше исследователей многообещающими практическими применениями [1,2]. Если в традиционной электронике используется обычный электрический ток (перемещаются заряды), то электроника нового поколения основана на ином физическом принципе — в ней перемещаются спины электронов.

Спин электрона (собственный момент количества движения) — это внутренняя характеристика электрона, имеющая квантовую природу и не зависящая от движения электрона. Спин электрона может находиться в одном из двух состояний — либо «спин-вверх» (направление спина совпадает с направлением намагниченности магнитного материала), либо «спин-вниз» (спин и намагниченность разнонаправлены). Обычно электроны в веществе в среднем неполяризованы — электронов со спином вверх и со спином вниз примерно поровну.

В спинтронике используется ток, создаваемый электронами с однонаправленными спинами (спиновый ток). Для получения достаточно сильного тока необходимо поляризовать спины, упорядочив их в одном направлении. Важно, чтобы еще и время жизни спина (время, в течение которого направление спина не меняется) было достаточно большим для передачи его на нужные расстояния.

Если традиционные электронные устройства, основанные на электрических свойствах вещества, управляются преимущественно приложенным напряжением, то для воздействия на спиновые свойства, необходимо использовать внешнее магнитное поле.

Повышенный интерес к спинтронике обусловлен следующими обстоятельствами.

Во-первых, спиновые приборы будут многофункциональны — они позволят совмещать на одном чипе функции накопителя для хранения информации, детектора для ее считывания, логического анализатора для ее обработки и коммутатора для последующей ее передачи к другим элементам чипа.

Во-вторых, такие устройства будут обладать высокой скоростью реагирования на управляющий сигнал и потреблять значительно меньше энергии, чем устройства традиционной электроники. Это объясняется тем, что переворот спина, в отличие от перемещения заряда, практически не требует затрат энергии, а в промежутках между операциями спинтронное устройство отключается от источника питания. При изменении направления спина кинетическая энергия электрона не меняется, и значит, тепла почти не выделяется. Скорость же изменения положения спина очень высока: эксперименты показали, что переворот спина осуществляется за несколько пикосекунд.

Эти преимущества позволяют спинтронным устройствам стать основой для ЭВМ нового поколения — квантовых компьютеров. Но чтобы это стало возможно, необходимо создать ключевые элементы «спиновых микросхем» — спиновые транзисторы, то есть устройства, в которых можно усиливать, ослаблять или выключать спиновый ток. А на базе спинового транзистора уже будут создаваться новые компьютерные процессоры, сенсоры, перепрограммируемые логические устройства и энергонезависимая быстродействующая память высокой плотности.

Человечество уже использует плоды спинтроники в виде компьютерных жестких дисков и прецизионных сенсоров магнитного поля, в которых использован эффект гигантского магнетосопротивления.

Эффект гигантского магнетосопротивления — это квантовомеханический эффект, который наблюдается в тонких металлических плёнках, состоящих из чередующихся ферромагнитных и проводящих немагнитных слоёв [3]. Было обнаружено, что сопротивление многослойной структуры Fe/Cr, в смежных магнитных слоях которой в отсутствие поля векторы намагниченности выстроены антипараллельно, уменьшается более чем на 50% под воздействием внешнего магнитного поля. Так как уменьшение сопротивления было столь велико, ученые назвали этот эффект гигантским магнетосопротивлением (ГМС)