Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

– предложенный метод интерполяции можно эффективно использовать для моделирования линейных, плоских и объемных объектов;

– применение разработанного метода интерполяции позволяет значительно, в десятки и сотни раз сократить время, необходимое для проведения интерполяции при моделировании. Причем временные соотношения тем значительнее, чем ниже плотность информационных узлов и значительнее изменчивость исходных значений моделируемых параметров.

Практическая апробация разработанной методики доказала эффективность ее применения для моделирования горно-геологических объектов в условиях штокверковых и пластовых месторождений твердых полезных ископаемых.

В связи с тем, что уравнения в частных производных довольно широко используются для решения задач механики, экологии, гидрогеологии, океанологии и т. д., использование предложенного подхода значительно упрощает решение задач в данных областях.

УДК 378.147:51

В. А. БОРСУК, Н. Н. СЕНДЕР
Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА ЗАНЯТИЯХ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ

Решение физической задачи – творческий процесс, поэтому универсального алгоритма решения не существует. Можно дать лишь самые общие рекомендации. Часто решение удобно начинать «с конца», т. е. с определения физического закона, в формулу которого входит искомая величина. Умение решать задачи приходит постепенно по мере накопления опыта. Решить задачу по физике можно лишь тогда, когда усвоена теория, относящаяся к данной теме.

Начинать надо с простых задач и затем переходить к более сложным. Для продуктивной работы предлагаем придерживаться определенного алгоритмического предписания.

1. Внимательно прочесть условия задачи, мысленно представляя ситуацию, описанную в ней.

2. Кратко записать условия задачи, в том числе то, что задано и то, что необходимо найти. При этом постараться максимально формализовать их математически, то есть литературные выражения выразить через конкретные физические величины, например, выражение «гладкая поверхность» соответствует записи «$\mu = 0$» или «$F_{тр} = 0$». А выражение «до полной остановки» соответствует записи «$v_к = 0$». Иногда в задаче необходимо узнать, как изменилась какая-либо величина. Например, спрашивается «Как изменилась скорость?», что соответствует записи «$\frac{v_2}{v_1}$ – ?» или «$v_2 - v_1$ – ?» и т. д.

3. Перевести значения всех физических величин в СИ. Иногда нет необходимости выражать все данные в одной и той же системе, например, если в формуле какая-либо величина входит в числитель и знаменатель, необходимо только, чтобы единицы были одинаковые.

4. Сделать рисунок, чертеж, схему. На рисунке показать все векторные величины (скорости, ускорения, силы, импульсы и т. д.). Если в задаче описано движение или процесс, то на рисунке надо показать по крайней мере два состояния системы: начальное и конечное. Можно показать и промежуточное состояние. Причем лишь одно положение показывается сплошной линией. Остальные положения показываются либо пунктирно, либо тонкой линией.

5. Выяснить, какими физическими законами можно описать данную задачу. Это значит, надо определить, какие связи имеются между физическими величинами. Если в закон входят векторные величины, то надо записать уравнение, выражающее закон в векторной форме.

6. Выбрать направления координатных осей и записать векторные соотношения в проекциях на оси координат в виде скалярных уравнений.

7. Оценить количество неизвестных физических величин, вошедших в уравнения и составить столько же уравнений, которые образуют систему уравнений. Решить полученную систему уравнений и выразить искомую величину в общем виде, то есть в буквенном виде.

8. Проверить правильность решения с помощью обозначений единиц физических величин – это так называемая проверка на размерность. Для этого следует проверить, совпадают ли размерности левой и правой частей формулы. Если размерности не совпадают, значит, в ходе решения

задачи была допущена ошибка. Правда, совпадение размерностей еще не означает, что задача решена правильно.

9. Подставить в общее решение числовые значения физических величин и произвести вычисления, при этом точность ответа не должна превышать точности, с которой даны исходные величины.

10. Оценить реальность полученного результата и записать ответ в единицах СИ или в тех единицах, которые заданы в условии задачи.

11. По мере возможности проверить, есть ли другие способы решения данной задачи.

Рассмотрим алгоритм решения физической задачи на примере.

Задача. Две автомашины движутся по двум взаимно перпендикулярным и прямолинейным дорогам по направлению к перекрестку с постоянными скоростями $v_1 = 50$ *км/ч* и $v_2 = 100$ *км/ч*. В начальный момент времени первая машина находилась на расстоянии $s_1 = 100$ *км* от перекрестка, а вторая – на расстоянии $s_2 = 50$ *км* (рисунок 1). Через какое время расстояние между машинами будет минимальным?

◀ Путь, который каждой из машин остается пройти до перекрестка через некоторый промежуток времени t, составит (рисунок 1):

$$a = s_1 - v_1 t;\; b = s_2 = v_2 t.$$

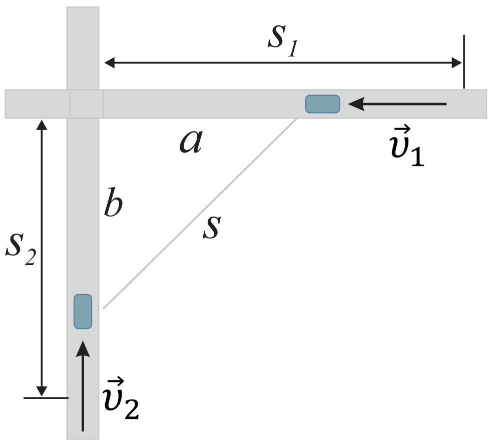

Рисунок 1 – Схема движения автомобилей

Расстояние между машинами представляет собой гипотенузу треугольника, которая является функцией времени и определяется теоремой Пифагора:

$$s(t) = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(s_1 - v_1 t)^2 + (s_2 - v_2 t)^2}.$$

По характеру задачи видно, что сначала машины сближаются, а затем удалятся друг от друга. Таким образом, в силу непрерывности $s(t)$ будет наблюдаться лишь одно экстремальное значение, в нашем случае минимальное. Для определения времени t_{min} соответствующего минимуму функции $s(t)$ (в нашем случае оно будет и наименьшим) возьмем первую производную по времени и приравняем ее к нулю:

$$\frac{ds}{dt} = -\frac{(s_1 - v_1 t)v_1 + (s_2 - v_2 t)v_2}{\sqrt{(s_1 - v_1 t)^2 + (s_2 - v_2 t)^2}}.$$

Отношение равно нулю только тогда, когда равен нулю числитель, т. е.:

$$(s_1 - v_1 t_{min})v_1 + (s_2 - v_2 t_{min})v_2 = 0,$$

отсюда

$$t_{min} = \frac{s_1 v_1 + s_2 v_2}{v_1^2 + v_2^2}. \tag{1}$$

Определим единицу измерения расчетной формулы, причем нет надобности переводить единицы измерения в систему СИ, а достаточно их выразить в одинаковых единицах: $[t] = \left[\frac{км \cdot км/ч}{(км/ч)^2}\right] = ч.$

Подставив числовые значения в формулу (1), получим: $t_{min} = 0,8$ *ч.* ▶

УДК 537.311.33+620.17:669.76

А. В. ДЕМИДЧИК
Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ И ПОДВИЖНОСТИ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА ДЛЯ ФОЛЬГ СПЛАВА $Bi_{0,89}Sb_{0,11}$, ЛЕГИРОВАННОГО ИНДИЕМ

Известно, что в сплаве висмут – сурьма концентрации электронов и дырок совпадают, а подвижность электронов μ превышает подвижность дырок ν [1; 2]. Для определения указанных параметров носителей заряда использовалась двухзонная изотропная модель, согласно которой удельное сопротивление, магнетосопротивление и коэффициент Холла могут быть выражены следующим образом:

$$\rho = \frac{1}{ne(\mu + \nu)}, \quad \beta = B^2\mu\nu,$$

$$R = \frac{1}{ne} \cdot \frac{\nu - \mu}{\nu + \mu}.$$

Из указанных формул можно выразить параметры носителей тока:

$$n = \frac{1}{\rho e} \cdot \left\{ \frac{R^2}{\rho^2} + \frac{4\beta}{B^2} \right\}^{-\frac{1}{2}},$$

$$\mu = \frac{1}{2} \left[-\frac{R}{\rho} + \left\{ \frac{R^2}{\rho^2} + \frac{4\beta}{B^2} \right\}^{\frac{1}{2}} \right],$$

$$\nu = \frac{1}{2} \left[\frac{R}{\rho} + \left\{ \frac{R^2}{\rho^2} + \frac{4\beta}{B^2} \right\}^{\frac{1}{2}} \right].$$

Расчеты носителей заряда позволят, в частности, сделать вывод о различных механизмах рассеяния при низких температурах и температурах, близких к комнатной, а также объяснить знак коэффициента Холла и дифференциальной термо-ЭДС [3].

Экспериментальные температурные зависимости удельного сопротивления, магнетосопротивления и коэффициента Холла, необходимые в последующем при проведении расчетов, представлены на рисунках 1–3. Удельное сопротивление фольг тройного сплава несколько больше значения для бинарного сплава и монотонно уменьшается во всем исследуемом температурном интервале [4; 5]. Магнетосопротивление тройных сплавов на порядок меньше, чем у бинарных сплавов, и незначительно уменьшается с увеличением температуры, в то время как для бинарных сплавов оно уменьшалось монотонно [6]. Коэффициент Холла положителен в области низких температур, выше температуры 130 K принимает отрицательные значения (для бинарных сплавов он отрицателен во всем температурном интервале 77…300 K) [7].