

УДК 004.422.81

**АЛГОРИТМ И ПРОГРАММА РАСЧЁТА РЕЖИМОВ ПРОЦЕССА
ОСАЖДЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА В ПУСТОТЫ
КОЛЛОИДНОГО ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА**

Катунина Елизавета Константиновна ⁽¹⁾, Жолоб Алексей Николаевич ⁽²⁾, Егорова Елена Николаевна ⁽³⁾

Студент 2 курса, бакалавриат ⁽¹⁾, студент 2 курса, бакалавриат ⁽²⁾, аспирант 4-го года ⁽³⁾

Кафедра «Электронные технологии в машиностроении»

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

Научный руководитель: Е.В.Панфилова,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»

Фотонный кристалл (ФК) - это оптическая наноструктура, в которой показатель преломления периодически меняется. Такие структуры представляют интерес для современной науки, так как их можно применять в разных сферах: микро- и нано-электронике, медицине, оптике и других. Простейший ФК элемент состоит из трёх слоёв: подложка (стекло, кремний), пленка со структурой ФК, функциональный материал. ФК структуру можно получить осаждением коллоидного раствора, а слой функционального материала – осаждением в вакууме.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана метод магнетронного распыления реализуется при помощи установки, получившей название ЛУНТИК (Лабораторная Установка Нанесения Тонких Инновационных Компонентов). Задачей описываемого проекта было создать программу для расчета параметров магнетронного осаждения функционального материала (на примере вольфрама) на поверхность и в пустоты коллоидного ФК слоя из полистирола для получения заданных параметров ФК - ширины фотонно-запрещенной зоны (ФЗЗ) и длины волны отражаемого или поглощаемого света.

В качестве варьируемых входных параметров были выбраны время и мощность (t, P). Такие параметры, как, например, время очистки подложки в ультразвуковой ванне, режим формирования коллоидной пленки в центрифуге, рабочее и остаточное давление в камере были неизменны. Расчеты и формульное описание ПФЭ проводились в программе MathCad для диапазона длин волн 530...580 нм и ширины ФЗЗ 47.25...55.5 нм. После получения экспериментальной зависимости мощности и времени напыления от длины волны и ширины ФЗЗ был построен код программы в VBA. Ниже приведены фрагменты кода в MathCad и VBA (рис.1 и рис.2 соответственно). Графическая модель и интерфейс программы предоставлены на Рис.3 и Рис.4 соответственно.

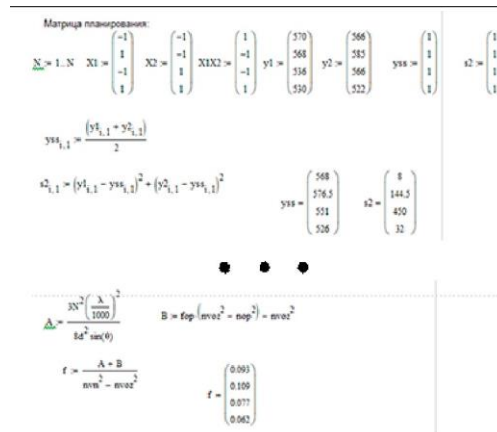


Рис.1. Ввод данных и вывод полученного значения коэффициента внедрения напыляемого материала

```

If IsNumeric(TextBox1.Text) = False Then 'проверка на правильность написания ограничения ширины фюз
MsgBox ("Неверно введено значение ширины фюз")
Exit Sub
End If
shir = Cdbl(TextBox1.Text)
If IsNumeric(TextBox2.Text) = False Then 'проверка на правильность написания ограничения ширины фюз
MsgBox ("Неверно введено значение длины волны")
Exit Sub
End If
dlin = Cdbl(TextBox2.Text)

Cells(i, 1) = Round(shir, 3)
Cells(i, 2) = Round(dlin, 3)
Cells(i, 3) = Round(t, 3)
Cells(i, 4) = Round(F, 3)
Cells(i, 5) = Round(tnov, 3)
Cells(i, 6) = Round(Fnov, 3)
If CheckBox1.Value = True Then
Cells(i, 7) = Round(v, 3)
End If
End With
MsgBox ("Данные записаны в таблицу")
    
```

Рис.2. Ввод и запись в таблицу Excel данных о мощности и времени напыления

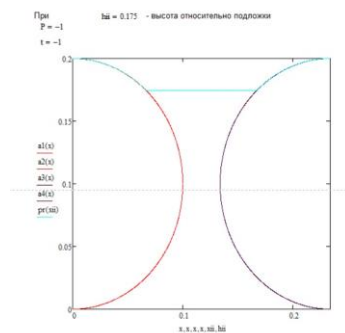


Рис.3. Модель зависимости высоты полученной структуры от времени и мощности напыления

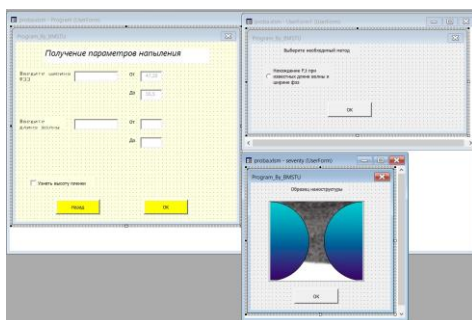


Рис.4. Интерфейс программы и пример образца полученной наноструктуры

Программа позволяет получить мощность и время напыления для создания монохроматоров и светофильтров, не пропускающих зеленый свет. Такие светофильтры можно применять в биотехнике, медицине или электронике (например, для создания «маски» для защиты от преждевременного облучения на участке фотолитографии).

Литература

1. *Минько К.Р.* Разработка технологии получения фотоннокристаллических коллоидных структур для гибкой электроники // УДК 621.01, 2022
2. *Stephen M. Rossnagel.* Magnetron sputtering // Journal of Vacuum Science & Technology A 38, 060805 (2020)