

**Є.А. Поліщук**

докторант кафедри банківських інвестицій  
ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»

**А.С. Воротнікова**

магістрант програми M1 "Quantitative Finance and Risk Management"  
Ecole Internationale des Sciences du Traitement de l'Information (EISTI, Франція)

## АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ MS EXCEL

**Анотація.** У статті розглянуто інструментарій аналізу чутливості до ціни опціонів. Визначено можливості використання тих чи інших коефіцієнтів. Запропоновано здійснення аналізу з використанням MS EXCEL.

**Ключові слова.** Фінансовий ринок, фінансова установа, аналіз чутливості, опціон.

### АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MS EXCEL

**Аннотация.** В статье рассмотрен инструментальный анализ чувствительности к цене опционов. Определены возможности использования тех или иных коэффициентов. Предложено осуществления анализа с использованием MS EXCEL.

**Ключевые слова:** Финансовый рынок, финансовое учреждение, анализ чувствительности, опцион.

### SENSITIVITY ANALYSIS OF FINANCIAL INSTRUMENTS WITH USING MS EXCEL

**Abstract.** The set of instrument of sensitivity analysis of option prices is regarded in the article. The possibility of using those or other factors is defined. An implementation of analysis with using MS EXCEL is offered.

**Key words:** Financial market, financial institution, a sensitivity analysis option.

**Вступ.** Фінансовий ринок характеризується високим ступенем мінливості. Це зумовлено тим, що фінансові інструменти, які є основними об'єктами ринку, дуже чутливі до впливу факторів як екзогенного, так і ендегенного характеру. Такі зміни на ринку важливо враховувати під час прийняття інвестиційних рішень. Вони, в свою чергу, здійснюються на основі складних розрахунків. Наразі існує велика кількість методик розрахунку прогнозу вартості фінансових інструментів. Вони мають різний алгоритм і застосування, але в результаті дають одну відповідь: ідентифікація ефективності фінансового інструмента.

**Постановка завдання.** У цій статті запропоновано методику розрахунку чутливості вартості фінансового інструменту за допомогою MS EXCEL. Це актуальна та сучасна методика, яка поєднує в собі і прийоми програмування та фінансового аналізу. Тож, основним завданням статті буде аналіз чутливості фінансового інструменту за допомогою Греків-коефіцієнтів у моделі Блека—Шольца та MS EXCEL.

**Результати.** Коефіцієнти, що показують масштабність зміни вартості опціону і його чутливості до змін ціни базового активу, називаються «Греки» (Greeks). Таку назву вони одержали тому, що кожний із цих коефіцієнтів позначається однією із букв грецького алфавіту. Дані коефіцієнти використовують не тільки під час торгівлі кожним окремим опціоном, але й при розробці стратегій для торгівлі бінарними опціонами. Вивчати формули коефіцієнтів і розраховувати їх вручну було б дуже складно, тому для їхнього розрахунків використовують спеціальні опціонні програми, які ми далі розглянемо. Втім, незнання їх суті робить незрозумілим їх призначення. Тому пропонуємо розглянути їх у табл. 1.

Таблиця 1

## ПОКАЗНИКИ «ГРЕКИ»: ЇХ СУТЬ, ФОРМУЛИ ТА ПОЯСНЕННЯ

Показники («Греки»)	Формула	Значення	Пояснення
$\Delta$ , delta	$\Delta, \text{delta} = \frac{\Delta V}{\Delta S}$	$\Delta V$ — зміна вартості фінансового інструменту; $\Delta S$ — зміна вартості базисного активу.	вимірює величину зміни вартості даного інструмента $V$ при незначній або малій зміні базисного цінового фактора $S$ . Наприклад, ми можемо обрати в якості базисного активу відсоткову ставку або ціну базисного активу
$\Gamma$ , gamma	$\Gamma, \text{gamma} = \frac{\Delta \Delta}{\Delta S}$	$\Delta \Delta$ — незмінно мала зміна ціни вартості базисного активу; $\Delta S$ — ступінь зміни базисного фактора	вимірює зміну дельти при зміні базисного цінового фактора
Bera (vega)	$\text{Bera (vega)} = \frac{\Delta V}{\Delta \sigma}$	$\Delta V$ — зміна базисного фактора; $\Delta \sigma$ — зміна волатильності базового цінового фактора	вимірює зміну вартості інструменту при зміні волатильності базового цінового фактора
$\theta$ , theta	$\theta = \frac{\Delta V}{\Delta t}$	$\Delta V$ — зміна базисного фактора; $\Delta t$ — вимір тимчасового проміжку, протягом якого відбувається зміна величини базисного активу	вимірює вартість фінансового інструмента при зміні строку, що залишився до його виконання
$\rho$ ( $\rho$ , rho)	$\rho = \frac{\Delta V}{\Delta r}$	$\Delta V$ — зміна базисного фактора; $\Delta r$ — зміна процентної ставки.	використовується для позначення зміни вартості процентних опціонів при зміні процентної ставки
лямбда ( $\lambda$ , lambda)	$\Lambda = \frac{\Delta V}{\Delta d}$	$\Delta V$ — це зміна базисного фактора; $\Delta d$ — зміна величини дивідендів для опціонів на акції або рівня валютної процентної ставки у випадку з валютними похідними (свопами)	використовується виміру ризику, під час якого необхідно знати, яке значення буде показувати зміну вартості опціонів при зміні дивідендів
$\Omega$ , omega	$\Omega = \frac{\Delta \text{gamma}}{\Delta S}$	$\Delta \text{gamma}$ — зміна показника delta у певний період часу; $\Delta S$ — ступінь зміни базисного фактора.	зміни швидкості ціни базисного активу

У цій статті ми продемонструємо розрахунок вищеписаних основних показників у моделі Блека—Шольца.

Для визначення Delta в моделі використовують формули:

$$\text{delta}_{\text{call}} = e^{-d(T-t)} * N(d_1) \quad (1)$$

$$\text{delta}_{\text{put}} = e^{-d(T-t)} * (N(d_1) - 1) \quad (2)$$

Для обчислення Delta в excel використовують макрос, створений за таким кодом (рис. 1).

```
Function DeltaBS(S As Double, r As Double, vol As Double, K As Double, d As Double, T1 As Date, T2 As Date, Flag As String)
Dim d1, d2 As Double
Dim Y As Double
Y = (T2 - T1) / 365
d1 = 1 / (vol * Sqr(Y)) * (WorksheetFunction.Ln(S / K) + Y * (r - d + ((vol) ^ 2) / 2))
d2 = d1 - vol * Sqr(Y)
If Flag = «Call» Then
DeltaBS = Exp(-d * Y) * WorksheetFunction.Norm_Dist(d1, 0, 1, True)
Else
DeltaBS = Exp(-d * Y) * (WorksheetFunction.Norm_Dist(d1, 0, 1, True) - 1)
End If
End Function
```

Рис. 1. Код для макроса, що використовується для аналізу чутливості ціни опціону

Можна використати цей код для створення макросу, який у подальшому буде застосований для аналізу чутливості ціни опціону, у MS EXCEL. Ця функція матиме такий має вигляд у застосуванні (рис. 2).

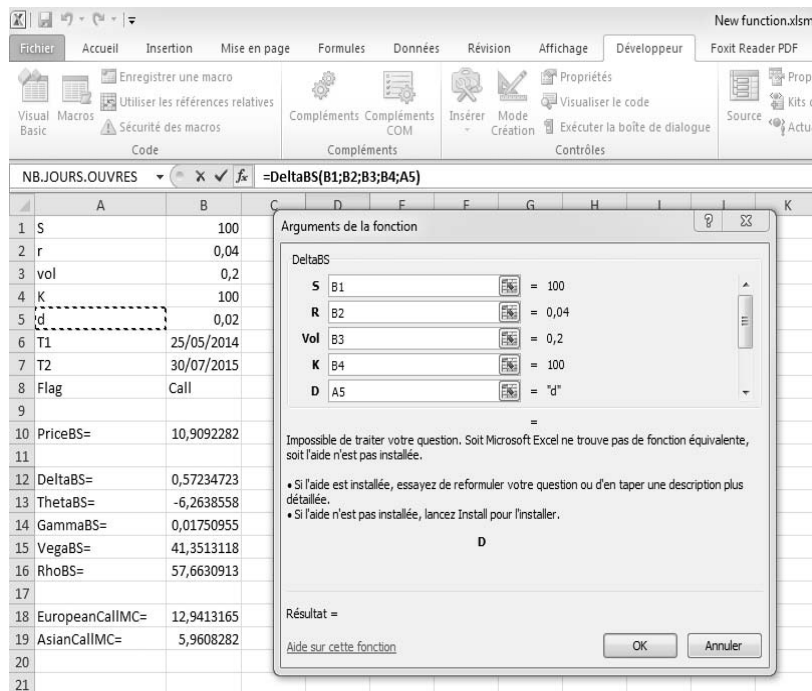
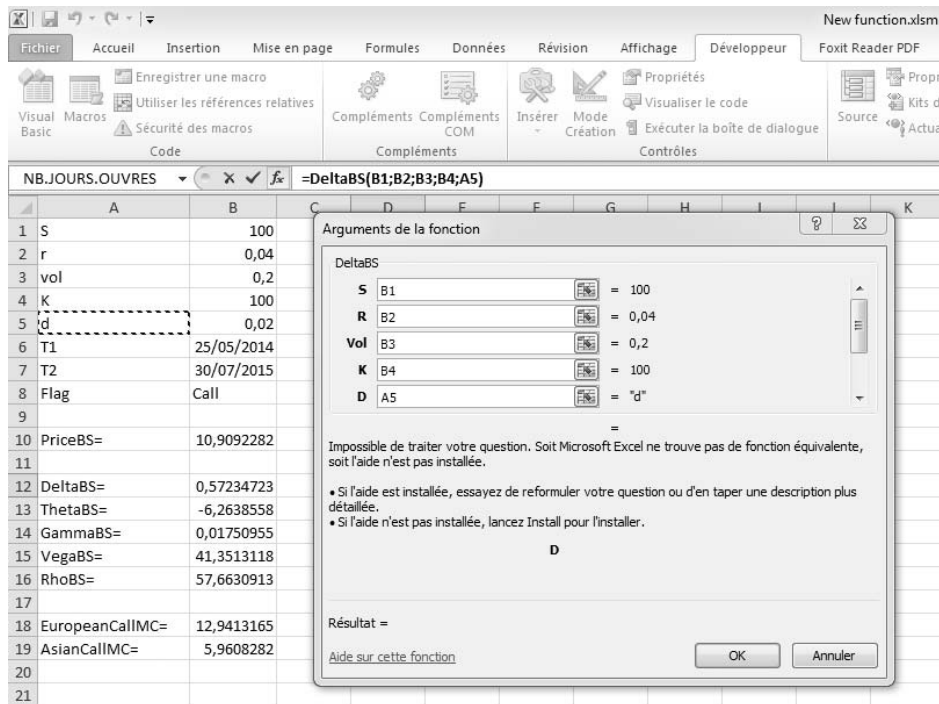


Рис. 2. Вигляд функції аналізу чутливості до зміни вартості опціону в MS EXCEL на приладі розрахунку показника Delta

Наведемо також приклад функції для коефіцієнта Theta:

$$theta_{call} = - \frac{\sigma S e^{-d(\tau-t)} * N'(d_1)}{2\sqrt{T-t}} + DSN(d_1) * e^{-d(\tau-t)} - r E e^{-r(\tau-t)} * N(d_2) \quad (3)$$

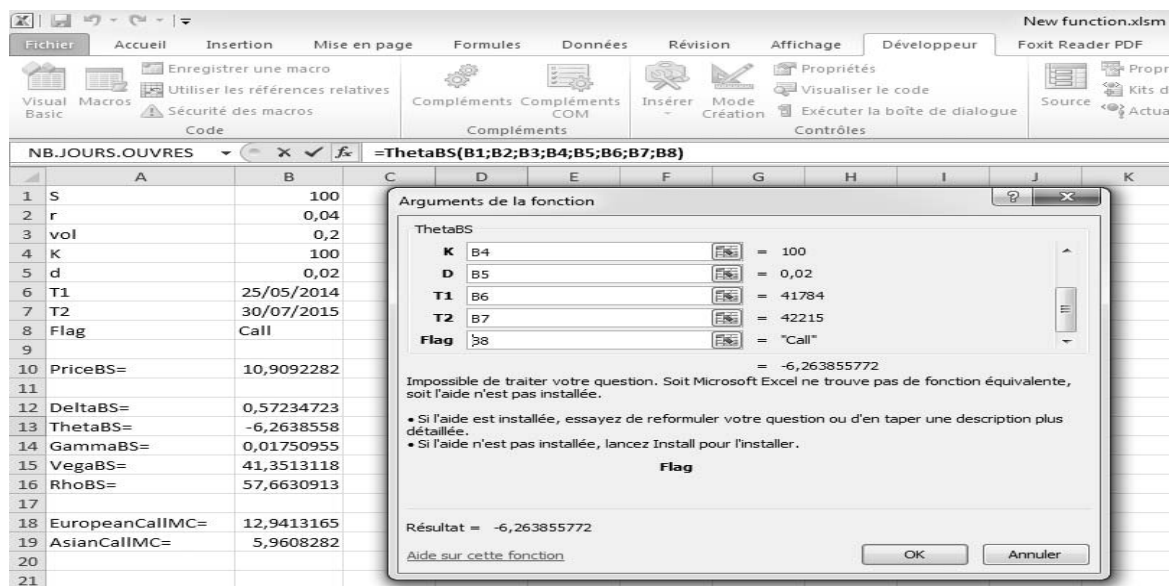
$$\theta_{put} = -\frac{\sigma S e^{-d(\tau-t)} * N'(d_1)}{2\sqrt{T-t}} - DSN(-d_1) * e^{-d(\tau-t)} - r E e^{-r(\tau-t)} * N(-d_2) \quad (4)$$

За цією формулою створюється програмний код (рис. 3).

```
Function ThetaBS(S As Double, r As Double, vol As Double, K As Double, d As Double, T1
As Date, T2 As Date, Flag As String)
Dim d1, d2 As Double
Dim Y As Double
Y = (T2 - T1) / 365
d1 = 1 / (vol * Sqr(Y)) * (WorksheetFunction.Ln(S / K) + Y * (r - d + ((vol) ^ 2) / 2))
d2 = d1 - vol * Sqr(Y)
If Flag = «Call» Then
ThetaBS = (-vol * S * Exp(-d * Y) * WorksheetFunction.Norm_Dist(d1, 0, 1, False)) / (2 *
Sqr(Y)) + d * S * WorksheetFunction.Norm_Dist(d1, 0, 1, True) * Exp(-d * Y) - r * K * Exp(-r
* Y * WorksheetFunction.Norm_Dist(d2, 0, 1, True))
Else
ThetaBS = (-vol * S * Exp(-d * Y) * WorksheetFunction.Norm_Dist(d1, 0, 1, False)) / (2 *
Sqr(Y)) - d * S * WorksheetFunction.Norm_Dist(-d1, 0, 1, True) * Exp(-d * Y) + r * K * Exp(-r
* Y * WorksheetFunction.Norm_Dist(-d2, 0, 1, True))
End If
End Function
```

Рис. 3. Програмний код для макроса (показник Theta).

А функція у MS EXCEL виглядає так (рис. 4).



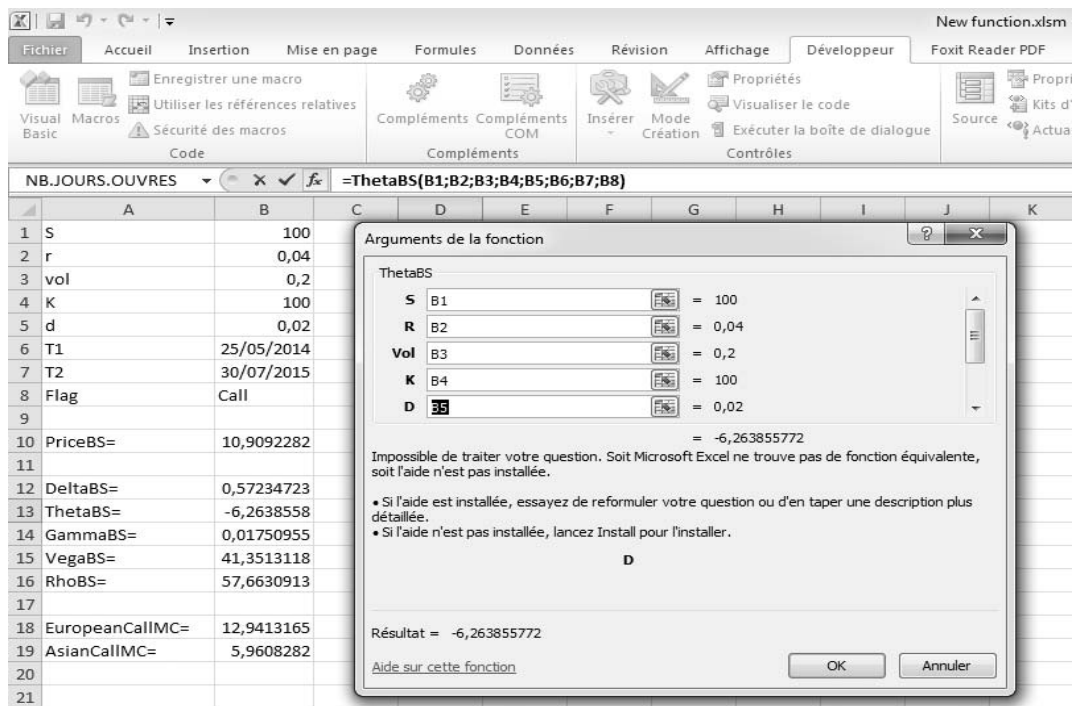


Рис. 4. Функція розрахунку показника Theta в MS EXCEL

Gamma в моделі Black Scholes визначається так:

$$gamma_{call} = \frac{e^{-d(\tau-t)} * N'(d_1)}{\sigma S \sqrt{T-t}} \quad (5)$$

$$gamma_{put} = \frac{e^{-d(\tau-t)} * N'(d_1)}{\sigma S \sqrt{T-t}} \quad (6)$$

А програмний код для VBA має такий вигляд (рис. 5).

```
Function GammaBS(S As Double, r As Double, vol As Double, K As Double, d As Double,
T1 As Date, T2 As Date, Flag As String)
Dim d1, d2 As Double
Dim Y As Double
Y = (T2 - T1) / 365
d1 = 1 / (vol * Sqr(Y)) * (WorksheetFunction.Ln(S / K) + Y * (r - d + ((vol ^ 2) / 2)))
d2 = d1 - vol * Sqr(Y)
If Flag = «Call» Then
GammaBS = (Exp(-d * Y) * WorksheetFunction.Norm_Dist(d1, 0, 1, False)) / (vol * S *
Sqr(Y))
Else
GammaBS = (Exp(-d * Y) * WorksheetFunction.Norm_Dist(d1, 0, 1, False)) / (vol * S *
Sqr(Y))
End If
End Function
```

Рис. 5. Програмний код для макроса (показник Gamma).

Тоді функція показника Gamma в MS EXCEL має такий вигляд (рис. 6).

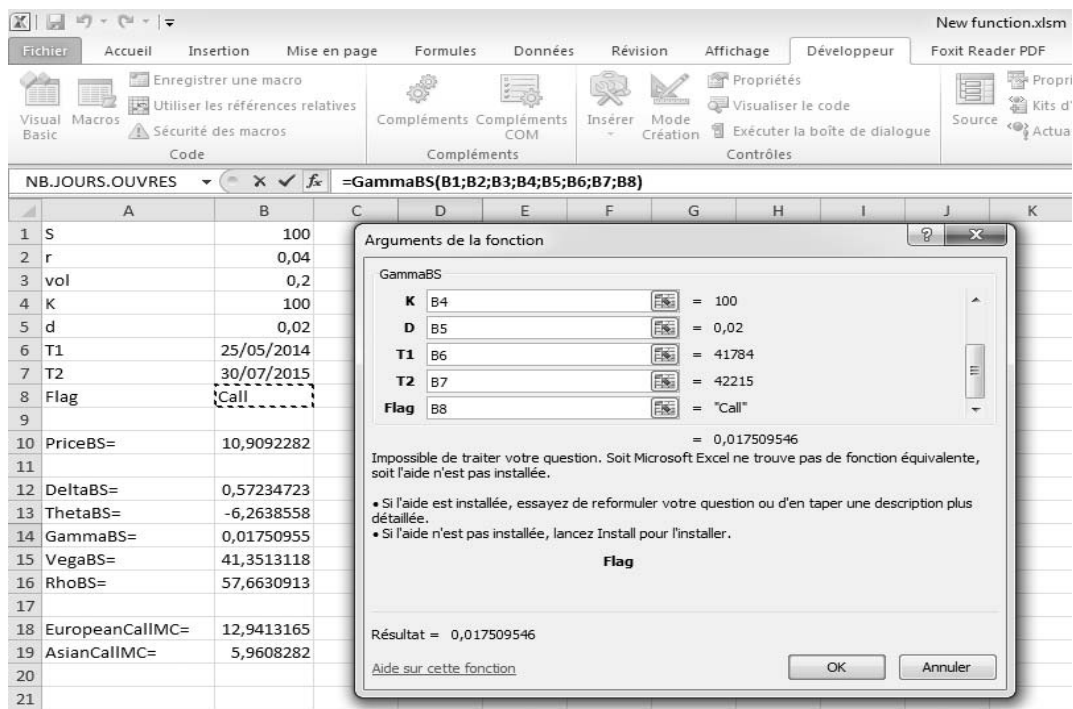
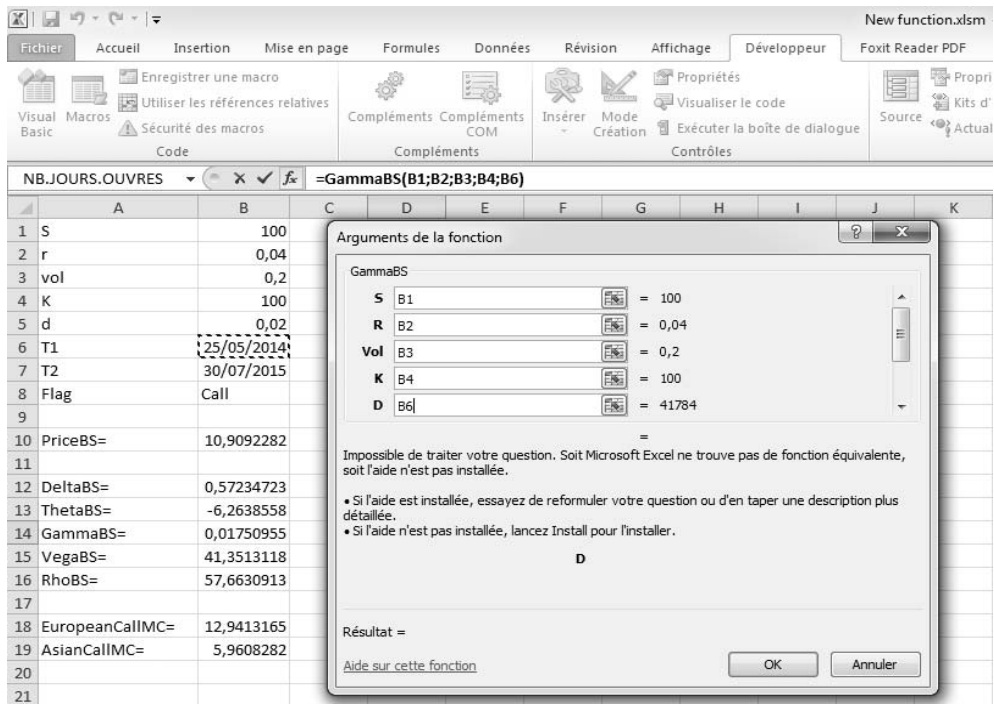


Рис. 6. Функція розрахунку показника Gamma в MS EXCEL

Для визначення Vega використовують:

$$vega_{call} = S\sqrt{T-t}e^{-d(T-t)}N'(d_1) \quad (7)$$

$$vega_{put} = S\sqrt{T-t}e^{-d(T-t)}N'(d_1) \quad (8)$$

А програмний код має такий вигляд (рис. 7).

```

Function VegaBS(S As Double, r As Double, vol As Double, K As Double, d As Double, T1
As Date, T2 As Date, Flag As String)
Dim d1, d2 As Double
Dim Y As Double
Y = (T2 — T1) / 365
d1 = 1 / (vol * Sqr(Y)) * (WorksheetFunction.Ln(S / K) + Y * (r — d + ((vol) ^ 2) / 2))
d2 = d1 — vol * Sqr(Y)
If Flag = «Call» Then
VegaBS = S * Sqr(Y) * Exp(-d * Y) * WorksheetFunction.Norm_Dist(d1, 0, 1, False)
Else
VegaBS = S * Sqr(Y) * Exp(-d * Y) * WorksheetFunction.Norm_Dist(d1, 0, 1, False)
End If
End Function

```

Рис. 7. Програмний код для макроса (показник Vega).

Тоді функція показника Vega в MS EXCEL має такий вигляд (рис. 8).

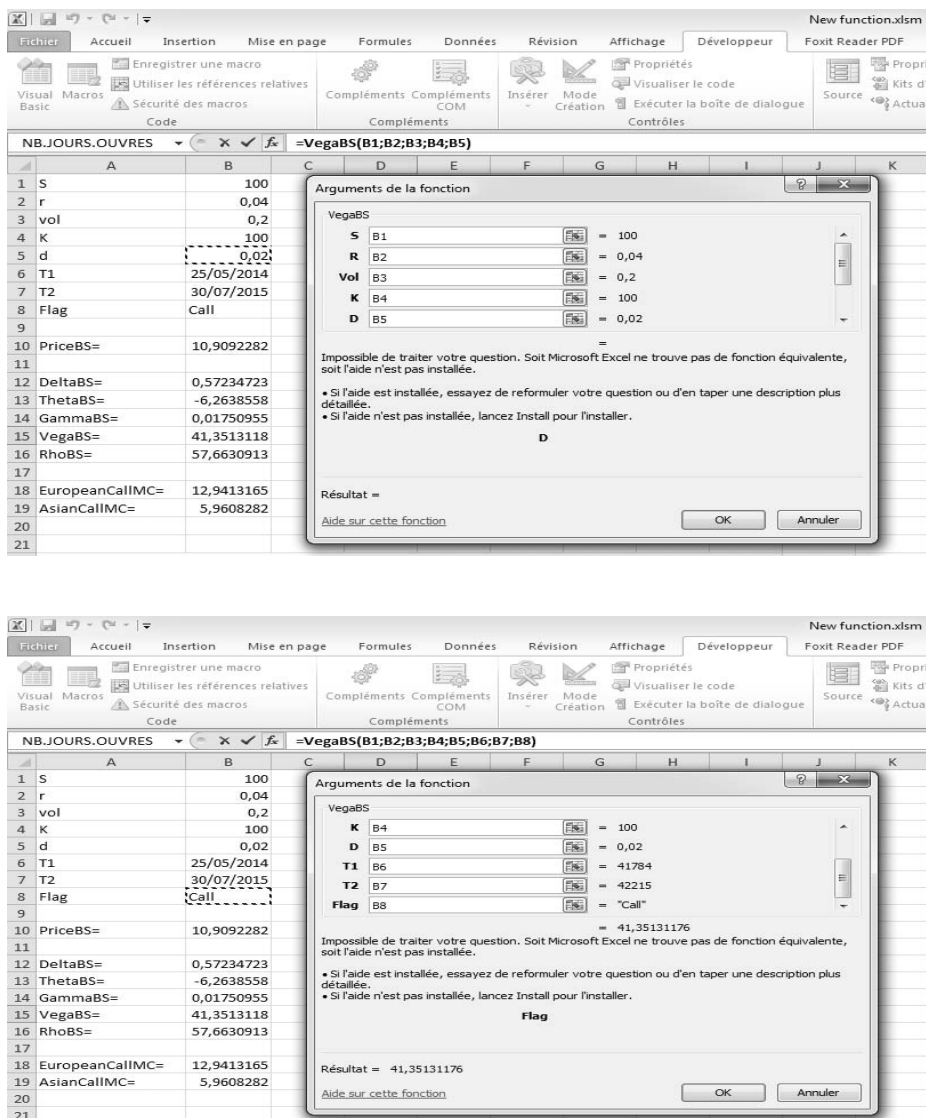


Рис. 8. Функція розрахунку показника Vega в MS EXCEL

Для визначення Rho використовують таку формулу:

$$\rho_{call} = E(T - t)e^{-d(T-t)}N(d_2) \quad (9)$$

$$\rho_{put} = -E(T - t)e^{-d(T-t)}N(-d_2) \quad (10)$$

Програмний код у VBA має такий вигляд для написання макросу для Rho:

```
Function RhoBS(S As Double, r As Double, vol As Double, K As Double, d As Double, T1
As Date, T2 As Date, Flag As String)
Dim d1, d2 As Double
Dim Y As Double
Y = (T2 - T1) / 365
d1 = 1 / (vol * Sqr(Y)) * (WorksheetFunction.Ln(S / K) + Y * (r - d + ((vol ^ 2) / 2))
d2 = d1 - vol * Sqr(Y)
If Flag = «Call» Then
RhoBS = K * (Y) * Exp(-d * Y) * WorksheetFunction.Norm_Dist(d2, 0, 1, True)
Else
RhoBS = -K * (Y) * Exp(-d * Y) * WorksheetFunction.Norm_Dist(-d2, 0, 1, True)
End If
End Function
```

Рис. 9. Програмний код для макросу (показник Rho).

Логічно, що функція у розрахунку показника Rho в MS EXCEL буде мати такий вигляд (рис. 10).

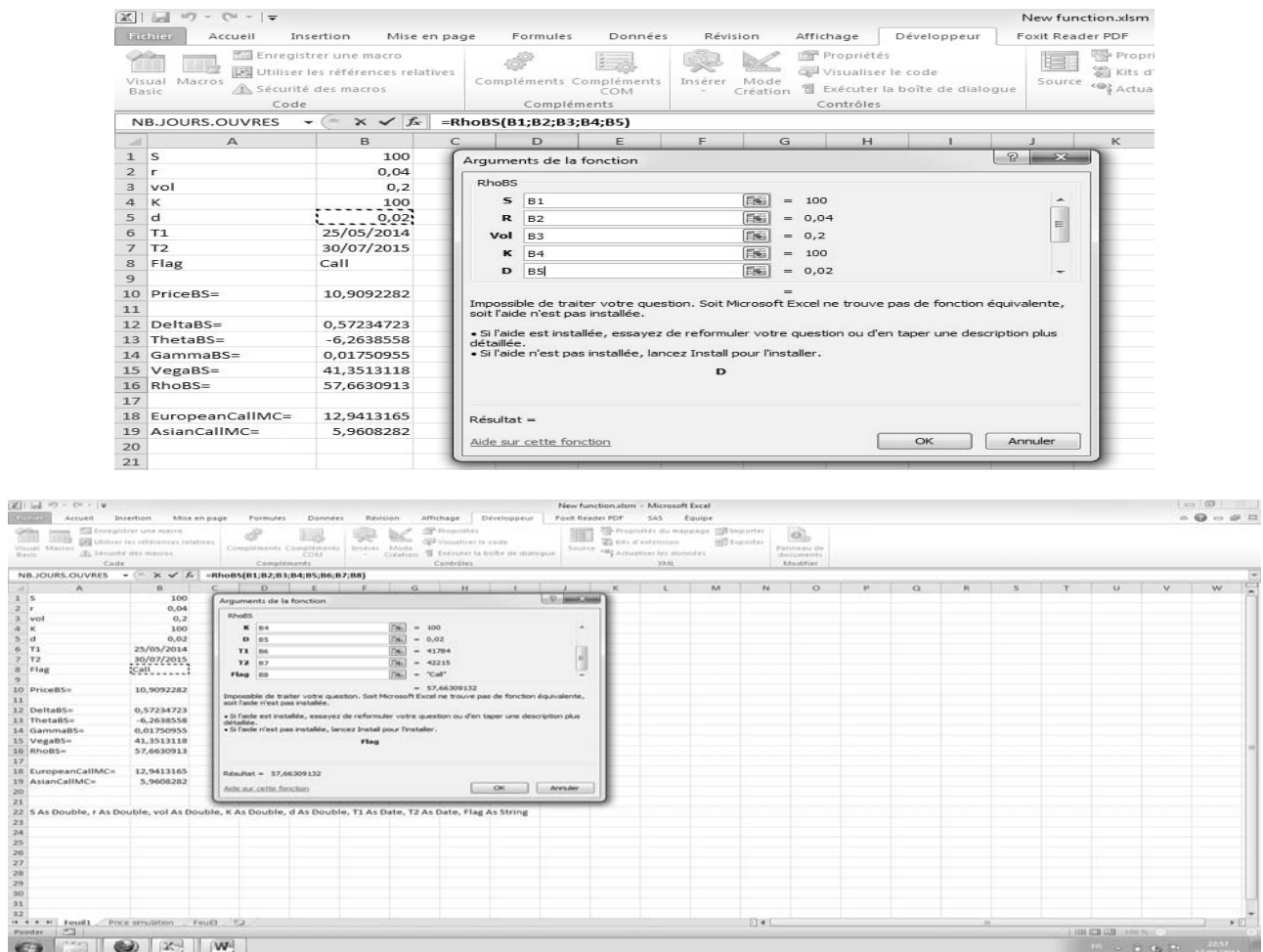


Рис. 10. Функція розрахунку показника Rho в MS EXCEL.



**Висновки.** Тандем методів програмування та програмного забезпечення MS EXCEL є вдалим з огляду на економію часу та грошей у процесі прийняття інвестиційних рішень під час купівлі та продажу опціонів. У цій статті було наведено приклад розрахунку функцій у MS EXCEL коефіцієнтів чутливості («Греків»), в основі яких лежить складний математичний апарат. Втім, використання прийомів програмування та MS EXCEL допомагає під час прогнозування ціни та розрахунку її відхилення від запланованої ціни фінансових інструментів. Тож, описана методика є актуальною та має попит з боку фахівців фінансового ринку.

#### **Список використаних джерел**

1. Understanding  $N(d_1)$  and  $N(d_2)$ : Risk-Adjusted Probabilities in the Black-Scholes Model — Електронний ресурс — режим доступу: <http://www.ltnielsen.com/wp-content/uploads/Understanding.pdf>
2. Philippe Briand «Le modèle de Black-Scholes» March, 2003 — Електронний ресурс — режим доступу: <http://www.lama.univ-savoie.fr/~briand/igr/bs.pdf>
3. Nathan Coelen «Black-Scholes Option Pricing Model» June 6, 2002 — Електронний ресурс — режим доступу: <http://ramanujan.math.trinity.edu/tumath/research/studpapers/sl1.pdf>
4. Шелдон Натенберг. Опционы. Волатильность и оценка стоимости. Стратегии и методы опционной торговли. — М.: Альпина Паблишер, 2011. — с. 546.

**01.06.2014**