

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

НАУКОВИЙ ВІСНИК

ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
імені С.З. ГЖИЦЬКОГО

Серія: ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ



SCIENTIFIC MESSENGER
OF LVIV NATIONAL UNIVERSITY OF VETERINARY
MEDICINE AND BIOTECHNOLOGIES

SERIES: FOOD TECHNOLOGIES

Том 24 № 98

2022

Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Харчові технології входить до “Переліку наукових фахових видань України” (категорія Б), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук у галузі технічних наук (остання перереєстрація згідно з наказом Міністерства освіти і науки України № 1301 від 15 жовтня 2019 р.).

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія KB № 14133–3104 ПР від 11.06.2008 року.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Голова редакційної колегії:

В. В. СТИБЕЛЬ, д. вет. н. (Україна)

Заступник голови редакційної колегії

О. М. ФЕДЕЦЬ, к. с.-г. н. (Україна)

Відповідальний секретар

Б. В. ГУТИЙ, д. вет. н. (Україна)

Члени редакційної колегії

В. М. АТАМАНЮК, д. т. н. (Україна)
Л. В. БАЛЬ-ПРИЛИПКО, д. т. н. (Україна)
Ю. Л. БЛОНОГА, д. т. н. (Україна)
О. Я. БЛИК, к. т. н. (Україна)
В. І. БУЦЯК, д. с.-г. н. (Україна)
В. М. ВАНЬКО, д. т. н. (Україна)
О. Т. ВОЗНЯК, д. т. н. (Україна)
Ю. Р. ГАЧАК, к. т. н. (Україна)
Г. В. ДРОНИК, д. б. н. (Україна)
А. М. КОСТРУБА, д-р. ф.-м. н. (Україна)
З. М. МИКИТЮК, д. т. н. (Україна)
В. М. ПАСІЧНИЙ, д. т. н. (Україна)
М. І. ПАШЕЧКО, д. т. н. (Республіка Польща)
Б. І. СОКІЛ, д. т. н. (Україна)
А. О. ФЕДОРЧУК, д. х. н. (Україна)
А. В. ФЕЧАН, д. т. н. (Україна)
Б. Р. ЦІЖ, д. т. н. (Україна)
О. Й. ЦІСАРИК, д. с.-г. н. (Україна)
М. С. ЯВОРСЬКИЙ, к. т. н. (Україна)

Рекомендовано Вченою радою Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького (протокол № 6 від 27.09.2022 р.).

Адреса редакційної колегії:

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, вул. Пекарська, 50, м. Львів, Україна, 79010
тел. +38 (032) 2392622, +380681362054
E-mail: admin@vetuniver.lviv.ua, bvh@ukr.net

Scientific messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Food Technologies

includes in the “List of scientific professional publications of Ukraine”, which can be published the results of dissertations for the degree of doctor and candidate of Science in Technical Science (last re-registration under the order of the Ministry education of Ukraine number 1301 of October 15, 2019)

Certificate of registration of print media Series KV number 14133–3104 PR from 11.06.2008 year

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief:

V. STYBEL, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

Deputy Editors:

O. FEDETS, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

Executive Secretary:

B. GUTYJ, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

Editorial board

V. ATAMANYUK, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
L. BAL-PRYLIPKO, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
Y. BILONOHA, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
O. BILYK, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)
V. BUTSYAK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)
V. VANKO, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
O. VOZNYAK, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
Y. HACHAK, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)
G. DRONYK, Dr. Biol. Sci. (Ukraine)
A. KOSTRUBA, Dr. Phys.-Math. Sci. (Ukraine)
Z. MYKYTYUK, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
V. PASICHNYJ, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
M. PASHECHKO, Dr. Tech. Sci. (Poland)
B. SOKIL, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
A. FEDORCHUK, Dr. Chemical. Sci. (Ukraine)
A. FECHAN, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
B. TSIZH, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
O. TSISARYK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)
M. JAWORSKYJ, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)

Recommended by Academic Council of Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv (Minutes № 6 of 27.09.2022).

Editorial address:

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv,
79010, Lviv, Pekarska str., 50
tel. +38 (032) 2392622, +380681362054
E-mail: admin@vetuniver.lviv.ua, bvh@ukr.net



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f98
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

Зміст

- Кухтин М. Д., Малімон З. В., Салата В. З., Лісовська Т. О., Сельський В. Р.**
Розробка мікробіологічних критеріїв оцінювання замороженої риби на підставі кількості психротрофної мікрофлори 3
- Мерзлов С. В., Недашківська Н. В., Недашківський В. М., Шурчкова Ю. О., Мерзлова Г. В.**
Хімічний склад меду у раціонах відвідувачів готельно-ресторанних комплексів Білоцерківщини 9
- Бліщ Р. О.**
Вплив нетрадиційної сировини на показники якості пива 13
- Bondar S., Shevchenko O., Chabanova O., Trubnikova A., Kuznetsova I.**
Research of ozonation process of the biologically pre-purified municipal wastewater 18
- Самілик М. М., Корнієнко Д.А.**
Розроблення технології одержання збагаченого цукру 25
- Святненко Р. С., Маринін А. І., Кузьмик У. Г., Позняковський С. В.**
Дослідження впливу імпульсних електричних полів на динаміку сквашування молока 30
- Коляновська Л. М.**
Використання системи Mathcad у знаходженні нормальних рівнянь в описі процесів екстрагування харчової сировини 35
- Білий В. Ю., Мерзлов С. В., Мерзлова Г. В., Машкін Ю. О., Чернюк С. В., Недашківська Н. В., Біла В. В.**
Вплив карбонату калію і лимонної кислоти на показники якості вермішелі як складової меню готельно-ресторанних комплексів Київщини 40
- Лудин А. М., Реутський В. В.**
Одержання триацетину з соняшникової олії 44
- Соломон А. М.**
Нові аспекти виробництва кисломолочних продуктів з пробіотичними властивостями 50
- Цісарик О. Й., Мусій Л. Я., Дроник Г. В., Драч М. П., Сливка І. М.**
Розроблення технології кефіру з пюре селери 57
- Федевич О., Яцюк Р., Стець Р., Стець Ю., Ярошович І., Шалько А.**
Організація системи управління охороною праці на сільськогосподарських підприємствах . 65



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9807
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 66.061.34

The Mathcad system usage in finding normal equations in the description of food extraction processes

L. M. Kolianovska

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 27.06.2022
Received in revised form
27.07.2022
Accepted 28.07.2022

Vinnitsia National Agrarian
University, Soniachna Str., 3,
Vinnitsia, Vinnitsia Region,
21000 Ukraine.
Tel: +38 063-325-97-89
E-mail: kolianovska73@gmail.com

Kolianovska, L. M. (2022). The Mathcad system usage in finding normal equations in the description of food extraction processes. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 35–39. doi: 10.32718/nvlvet-f9807

The article describes the method of using electronic computer systems, in particular Mathcad, when finding normal equations in the description for building mathematical models of technological processes in the chemical and food industries. Classical mathematical models of the extraction process are usually based on the analysis of the differential equation of diffusion under appropriate boundary and initial conditions. Also, when describing mathematical models, Fick's equation, the equation of the adsorption pore model of molecular-statistical studies, models that take into account the physics of the process of substance transfer in a capillary-porous medium, etc. are used. Modeling of mass transfer processes under the influence of the intensifying action of the microwave field is described in the studies for the systems "coffee – water" and "oak wood – water – alcohol solution", "coffee grounds – alcohol", "amorant – hexane", a mechanism of the combined process of mass transfer of extractive substances from a porous structure is proposed into solution. The description of mass transfer processes under the influence of microwave field intensification is rather complicated. The mass transfer of extractive substances from porous structures to the solution takes place through the distribution of concentrations at the "solid – solvent" interface. But it passes from the inner part through the outer part, through the capillaries into the border diffusion layer. Complex mathematical models for mass transfer processes do not have analytical solutions. When using the Mathcad system to solve nonlinear systems of equations, it is recommended to use the built-in find function in the calculated Given block. Also, the universal function genfit is quite effective, which makes it possible to determine unknown parameters for nonlinear combinations of functions by the method of least squares. This system was used in the description of extraction processes in the structure of interaction "oil – containing raw materials – solvent" with the intensifying effect of the microwave field. Such simplified analytical description systems are recommended to be used along with experimental modeling with the classic use of similarity theory and the "dimensional analysis" method. Since the final result of these directions is the construction of sound engineering methods for the design of extractors for industrial purposes.

Key words: modeling, extraction, mass transfer, Mathcad system, oil-containing raw materials.

Використання системи Mathcad у знаходженні нормальних рівнянь в описі процесів екстрагування харчової сировини

Л. М. Коляновська

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

У статті викладено методику використання систем електронних обчислюваних машин, зокрема Mathcad, при знаходженні нормальних рівнянь в описі для побудови математичних моделей технологічних процесів хімічних і харчових галузей. Класичні математичні моделі процесу екстрагування зазвичай ґрунтуються на аналізі диференційного рівняння дифузії за відповідних граничних і початкових умов. Також при описі математичних моделей використовують рівняння Фіка, рівняння адсорбційної порової моделі молекулярно-статистичних досліджень, моделі, що враховують фізику процесу перенесення речовини в капілярнопористому середовищі та ін. Моделювання процесів масоперенесення під впливом інтенсифікуючої дії мікрохвильового поля описано в

дослідженнях для систем “кава – вода” та “деревина дуба – водоспиртовий розчин”, запропоновано механізм комбінованого процесу масоперенесення екстрактивних речовин з пористої структури у розчин. Опис процесів масоперенесення під впливом інтенсифікації мікрохвильового поля досить складний. Масоперенесення екстрактивних речовин з пористих структур у розчин відбувається шляхом розподілу концентрацій на межі “тверде тіло – розчинник”. Проходить з внутрішньої ділянки через зовнішню ділянку, через капіляри в приграничний дифузійний шар. Складні математичні моделі для процесів масоперенесення не мають аналітичних розв’язків. Для розв’язання нелінійних систем рівнянь рекомендовано використовувати вбудовану функцією *find* в обчислюваному блоці *Given*. Також досить ефективним є універсальна функція *genfit*, яка дає можливість методом найменших квадратів визначити невідомі параметри для нелінійних комбінацій функцій. Дану систему було використано в описі процесів екстрагування в структурі взаємодії “олієвісна сировина – розчинник” з інтенсифікуючою дією мікрохвильового поля. Такі спрощені аналітичні системи опису рекомендовано використовувати поряд із експериментальним моделюванням з класичним використанням теорії подібності та методу “аналізу розмірностей”, оскільки кінцевим результатом зазначених напрямків є побудова обґрунтованих інженерних методик для проектування екстракторів промислового призначення.

Ключові слова: моделювання, екстрагування, масоперенесення, система *Mathcad*, олієвісна сировина.

Вступ

Моделювання процесів масоперенесення під впливом інтенсифікуючої дії мікрохвильового поля описано в дослідженнях для систем “кава – вода” (Burdo & Rjashko, 2007), “деревина дуба – водоспиртовий розчин” (Terzijev et al., 2012), “кавовий шлам – спирт” (Terzijev et al., 2012), “аморант – гексан” (Burdo et al., 2009), запропоновано механізм комбінованого процесу масоперенесення екстрактивних речовин з пористої структури у розчин. Розподіл концентрацій на межі “тверде тіло-розчинник” відбувається з внутрішньої ділянки через зовнішню ділянку, через капіля-

ри в приграничний дифузійний шар. Для даного рішення використовують такі припущення:

- 1) швидкість руху розчину постійна по всьому перетину капіляра;
- 2) розчинна речовина дифундує від поверхні каналу в потік.

При аналізі опису моделювання процесів масоперенесення в працях Бурдо О. Г., Ряшко Г. М. рішенням крайової задачі стало визначення двовимірної трансформанти в шуканій функції з виконанням подвійного інтегрування. Кінцевим була заміна експоненціального виразу першими членами його розкладання в степеневий ряд, з урахуванням симетрії задачі. Остаточне рішення крайової задачі мало вигляд:

$$c(\tau, x, y) = \frac{1}{(1 - D\tau)^2} \left\{ \exp\left[\left(w_x + w_y\right)\tau - (|x| + |y|)\right] + D\tau \exp\left[\frac{1}{\sqrt{D\tau}} \left[\left(w_x + w_y\right)\tau - (|x| + |y|)\right] - \sqrt{D\tau} \left[\exp\left[\left(w_x + \frac{w_y}{\sqrt{D\tau}}\right)\tau - \left(|x| + \frac{|y|}{\sqrt{D\tau}}\right)\right] + \exp\left[\left(w_y + \frac{w_x}{\sqrt{D\tau}}\right)\tau - \left(|y| + \frac{|x|}{\sqrt{D\tau}}\right)\right] - \right] \right\} \quad (1)$$

Початковою моделлю процесу в зазначених працях була модель (2), яка виведена шляхом введення беселевих функцій першого роду I_0 і I_1 :

$$\frac{X - X_p'}{X_s - X_p'} = 1 - 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \frac{I_0(a_n r / 0,5d)}{I_1(a_n)} \exp\left(-\frac{D}{w_0 r^2} a^2 Z\right). \quad (2)$$

При розгляді систем нормальних рівнянь математичних моделей процесів масоперенесення варто зазначити, що вони не мають аналітичних розв’язків. Для знаходження розв’язків зазначених систем рівнянь запропоновано використовувати чисельні методи, зокрема системи *Mathcad*.

Даний підхід ускладнений великою кількістю мікропараметрів. Якщо в моделі (2) перейти від мікропараметрів до макропараметрів, враховуючи вплив температури на процес екстрагування, то отримаємо напівемпіричну модель процесу:

$$C = A - \frac{\alpha}{T} e^{-\gamma} \quad (3)$$

де C – концентрація олії в розчині;

A – значення максимальної концентрації олії у розчині при даних умовах досліду (розміри частинок твердої фази, тип розчинника, вплив мікрохвильового поля);

α – коефіцієнт, що характеризує вплив температури на процес екстрагування;

γ – коефіцієнт, що характеризує швидкість процесу при даній температурі;

T – температура процесу в даний момент часу τ ;

τ – час протікання процесу.

Розроблена математична модель досить добре описує технологічний процес, а коефіцієнти A , α , γ мають конкретний фізичний зміст. Тому математичну модель (3) доцільно застосовувати для дослідження процесу екстрагування.

Розробимо систему нормальних рівнянь для методу найменших квадратів (МНК) для моделі (3). Цільова функція для (3) має вигляд:

$$f(A, \alpha, \gamma, C_i, \tau_i) = \sum_{i=1}^n (C_i - C_{pi})^2 \quad (4)$$

де C_i – експериментальні значення концентрації в розчині;

C_{pi} – значення концентрації отримані при моделюванні.

$$C_i = A - \frac{\alpha}{T} e^{-\gamma_i} \quad (5)$$

Цільова функція для рівняння (4) має вигляд:

$$f(A, \alpha, \gamma, C_i, \tau_i) = \sum_{i=1}^n \left(C_i - \left(A - \frac{\alpha}{T} e^{-\gamma_i} \right) \right)^2 \quad (6)$$

Знайдемо частинні похідні від цільової функції (6) за параметрами A , α , γ .

$$\begin{cases} \frac{\partial f}{\partial A} = -2 \sum_{i=1}^n \left(C_i - A + \frac{\alpha}{T} e^{-\gamma t_i} \right) \\ \frac{\partial f}{\partial \alpha} = 2 \sum_{i=1}^n \left(C_i - A + \frac{\alpha}{T} e^{-\gamma t_i} \right) \frac{1}{T} e^{-\gamma t_i} \\ \frac{\partial f}{\partial \gamma} = -2 \sum_{i=1}^n \left(C_i - A + \frac{\alpha}{T} e^{-\gamma t_i} \right) \frac{\alpha t_i}{T} e^{-\gamma t_i} \end{cases} \quad (7)$$

Прирівнявши частинні похідні до нуля, отримаємо:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n C_i - \sum_{i=1}^n A + \frac{\alpha}{T} \sum_{i=1}^n e^{-\gamma t_i} = 0 \\ \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n C_i e^{-\gamma t_i} - \frac{A}{T} \sum_{i=1}^n e^{-\gamma t_i} + \frac{\alpha}{T^2} \sum_{i=1}^n e^{-\gamma t_i} = 0 \\ \frac{\alpha}{T} \sum_{i=1}^n C_i t_i e^{-\gamma t_i} - \frac{\alpha}{T} A \sum_{i=1}^n t_i e^{-\gamma t_i} + \frac{\alpha^2}{T^2} \sum_{i=1}^n t_i e^{-\gamma t_i} = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Після виконання елементарних перетворень над системою рівнянь (7) отримаємо:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n C_i - n \cdot A + \frac{\alpha}{T} \sum_{i=1}^n e^{-\gamma t_i} = 0 \\ \sum_{i=1}^n C_i e^{-\gamma t_i} - A \sum_{i=1}^n e^{-\gamma t_i} + \frac{\alpha}{T} \sum_{i=1}^n e^{-2\gamma t_i} = 0 \\ \sum_{i=1}^n C_i t_i e^{-\gamma t_i} - A \sum_{i=1}^n t_i e^{-\gamma t_i} + \frac{\alpha}{T} \sum_{i=1}^n t_i e^{-2\gamma t_i} = 0 \end{cases} \quad (9)$$

```
x := 1    y := 2    <- початкові наближення
Given
x^2 + e^x + y = 30    x · y - y^2 = -5 <- рівняння системи
(xl) := Find(x, y)    (xl) = (2.87141)
(y) = (4.09301) <- корені системи рівнянь
xl^2 + e^xl + yl = 30    xl · yl - yl^2 = -5 <- перевірка розв'язку
```

Рис. 1. Розв'язування нелінійних рівнянь за допомогою системи Mathcad [6].

Поряд з цим в Mathcad вбудовано ряд функцій для аналізу даних та регресії, які реалізують методом найменших квадратів. Серед них є універсальна функція *genfit*, яка дає можливість методом найменших квадратів визначити невідомі параметри для нелінійних комбінацій функцій.

Функція *genfit* має формат:

$$V = \text{genfit}(t, C, P, F) \quad (11)$$

де V – вектор значень параметрів моделі;

t – вектор значень незалежної змінної;

C – вектор значень залежної змінної;

P – вектор початкових наближень;

F – функція задана в матричній формі, яка містить функцію $f(\tau)$ із невідомими параметрами A, α, γ та похідні по цих параметрах (рис. 2).

Обробка результатів теоретичних та експериментальних дослідження на ЕОМ групи досліджень (Ліс-тінг 1).

Упорядкуємо систему рівнянь (9), отримаємо систему нормальних рівнянь методу найменших квадратів для нелінійної залежності:

$$\begin{cases} n \cdot T \cdot A - \alpha \sum_{i=1}^n e^{-\gamma t_i} = \sum_{i=1}^n C_i \\ T \cdot A \sum_{i=1}^n e^{-\gamma t_i} - T \sum_{i=1}^n C_i e^{-\gamma t_i} - \alpha \sum_{i=1}^n e^{-2\gamma t_i} = 0 \\ T \cdot A \sum_{i=1}^n \tau_i e^{-\gamma t_i} - T \sum_{i=1}^n C_i \tau_i e^{-\gamma t_i} - \alpha \sum_{i=1}^n \tau_i e^{-2\gamma t_i} = 0 \end{cases} \quad (10)$$

де n – число пар значень C_i, t_i ;

C_i – концентрація олій в розчині, (г/л);

t_i – час екстрагування, хв;

T – температура у даний момент часу, К;

A, α, γ – невідомі параметри залежності.

Система нормальних рівнянь (10) математичної моделі не має аналітичних розв'язків. Для знаходження розв'язків таких систем рівнянь застосовують чисельні методи з використанням ЕОМ (наприклад, система Mathcad, Matlab та інші). В Mathcad для розв'язання нелінійних систем рівнянь вбудована функція *find*. Функція *find* використовується в обчислюваному блоці *Given*. Блок *Given* має таку структуру (рис. 1).

$$F(t, A, \alpha, \gamma) := \begin{pmatrix} A - \frac{\alpha}{T} \exp(-\gamma \cdot t) <- \text{Функція} \\ 1 <- \text{Похідна по } A \\ -\frac{e^{-\gamma t}}{T} <- \text{Похідна по } \alpha \\ \frac{\alpha \cdot t \cdot e^{-\gamma t}}{T} <- \text{Похідна по } \gamma \end{pmatrix}$$

Рис. 2. Матрична форма функції

На основі даного спрощення варто зазначити, що функцію *genfit* доцільно застосовувати для знаходження невідомих параметрів математичних моделей.

Але навіть такі серйозні спрощення ускладнюються, оскільки гідродинамічна ситуація при екстрагуванні визначається турбулентним плином екстрагенту, ускладненим вихровою дифузиею з каналів пористої структури зерен сої та ріпаку.

Такий напрям досліджень дає змогу провести аналіз бази експериментальних даних, визначити вплив конкретних параметрів, але не дозволяє побудувати обґрунтовану інженерну методику для проектування екстракторів промислового призначення.

У зв'язку з необхідністю поєднання методик слід застосувати аналітичне та експериментальне моделювання, основною науковою базою якого є теорія подібності і метод "аналізу розмірностей".

В працях (Koljanovs'ka, 2014; 2016) було поєднано використання системи Mathcad у знаходженні норма-

льних рівнянь в описі процесів екстрагування харчової сировини із аналізом бази експериментальних даних, визначено вплив конкретних параметрів, що дозволило побудувати обґрунтовану інженерну методику для проектування екстракторів промислового призначення.

Лістинг 1

Обробка результатів експерименту в Mathcad

```

Час,   Концен-
хв     тракція,
      г/л
D := ( 60  3.797 )
      120  12.4
      180  17.334  <===Матриця вхідних даних
      240  21.965
      300  23.256
T1 := 303  <===Температура

t := D<sup>(0)</sup>   C1 := D<sup>(1)</sup>   i := 0..rows(D) - 1

Обчислення вектора початкових наближень параметрів моделі
методом вибраних точок

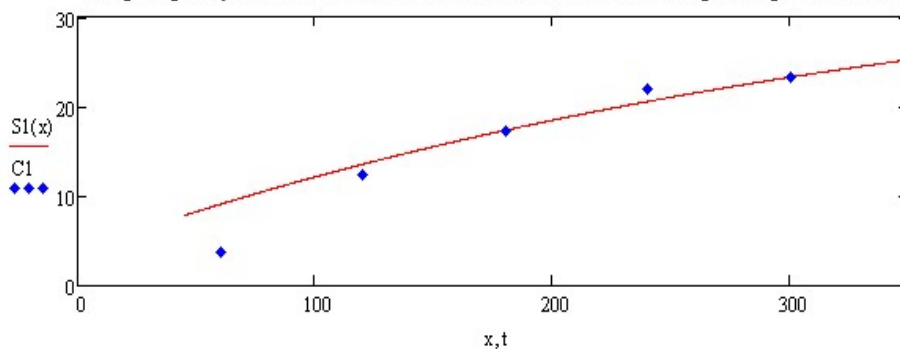
A0 := 100   α0 := 30000   β0 := 0.002 = 2 × 10-3

Given
A0 - α0 / T1 exp(0·t0) = C10
A0 - α0 / T1 exp(-β0·t2) = C12  <=== Система рівнянь для методу
                                       вибраних точок
A0 - α0 / T1 exp(-β0·t4) = C14

( A1 )
( α1 ) := Find(A0, α0, β0) = ( 38.273 )
( β1 )                       ( 1.045 × 104 )
                               ( 2.77 × 10-3 )  <===Вектора початкових
                                       наближень параметрів
                                       моделі

S1(x) := A1 - α1 / T1 exp(-β1·x)   x := 45,45.1..350
    
```

Перевірка узгодженості початкових наближень параметрів моделі



Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Burdo, O. G., & Rjashko, G. M. (2007). Jekstragirovanie v sisteme «kofe-voda». Odessa (in Russian).
- Burdo, O. G., Svetlichnyj, P. I., & Bujvol, S. M. (2009). Ekstraguvannja olii' z nasinnja amarantu v elektromagnitnomu poli. Materialy zb. «Mikrohvil'ovi tehnologii' u narodnomu gospodarstvi. Vprovadzhennja. Problemy. Perspektyvy». Vyp. 7–8 / pid red. akad. MAI L. G. Kalinina; M-vo agropolityky Ukrai'ny. Pivdenna fil. vid-nja prom. radioelektroniky MAI. K.: Odesa, 33–37 (in Ukrainian).
- Dzis', V. G., Levchuk, O. V., & Djachyns'ka, O. M. (2020). Prykladna matematyka na osnovi MATHCAD [Tekst]: navch. posib. Vinnycja: VNAU (in Ukrainian).
- Koljanovs'ka, L. M. (2014). Intensyfikuvannja procesiv ekstraguvannja pry vyrobnyctvi olii' iz soi' ta ripaku: dys.. ... kand. tehn. nauk: 05.18.12. Vinnycja (in Ukrainian).
- Koljanovs'ka, L. M. (2016). Udoskonalennja tehnologii' vyrobnyctva ekstrakcijnyh olij. Naukovi praci Nacional'nogo universytetu harchovyh tehnologij, 22(6), 206–213. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2016_22_6_26 (in Ukrainian).
- Terzijev, S. G., Ruzhyc'ka, N. V., Bandura, V. M., & Koljanovs'ka, L. M. (2012). Kinetyka ta statyka ekstraguvannja olii' z vidhodiv harchovyh vyrobnyctv. Naukovi praci Odes'koi' nacional'noi' akademii' harchovyh tehnologij, 42(1), 344–348. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2012_42%281%29__80 (in Ukrainian).