

УДК 622.331

В. Дідух, докт. техн. наук; О. Шимчук;
І. Дударєв, канд. техн. наук; В. Грабовець

Луцький національний технічний університет

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИСТРОЮ ШНЕКОВОГО ТИПУ ДЛЯ ВІДЖИМУ САПРОПЕЛЮ

У статті наведено методику проведення багатофакторного експерименту та представлено результати чотирифакторного експерименту з оптимізації параметрів пристрою з гвинтовим робочим органом для віджиму сапропелю. Запропоновано удосконалену конструкцію лабораторної установки з відділяючою камерою для механічного віджиму озерного сапропелю, що забезпечує якісне виконання даного процесу. Виведено рівняння регресії та отримано поверхні відгуку і їх відповідні двомірні січення.

Ключові слова: гвинтовий робочий орган, зерновий сапропель, зневоднення сапропелів.

V. Diduh, O. Shumchuk, I. Dudarev, V. Grabovec

EFFICIENCY OF THE DEVICE OF AUGER TYPE FOR WRINGING OUT OF THE SAPROPEL

In the article the method of leadthrough of multivariable experiment is resulted and the results of fourfactor experiment are presented from optimization of parameters of device with a spiral working organ for to the dehydration sapropel. The improved construction of the laboratory setting is offered with a separating chamber for mechanical dehydration lacustrine a sapropel which provides high-quality implementation of this process. Equalization of regression is shown out and the surfaces of review are got and them proper twomeasured cut.

Key words: screw working body, grain sapropel, dehydration of sapropels.

Постановка проблеми. Озерний сапропель є цінним природним ресурсом, який можна широко використовувати у багатьох галузях народного господарства. Сапропель – суто озерні відклади, який містить не більше 15% органічної речовини. Важливою причиною обмеженого застосування сапропелю у сільському господарстві є його висока вологість, яка досягає 98% [1]. Значний вміст води у сапропелі створює труднощі при його транспортуванні. У той час найбільш енергомістким процесом обробки сапропелю є його зневоднення. При цьому відомі способи зневоднення сапропелів передбачають велику кількість технологічних операцій, що пов'язані з механічною дією на нього [2].

Тому виявлення можливостей для зневоднення озерних сапропелів на початкових стадіях їх взаємодії з робочими органами без руйнування структури та визначення оптимальних параметрів процесу віджиму вільної води з сапропелю механічним способом є важливим питанням у дослідженнях процесів із використання озерних сапропелів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботі [3] запропонована конструкція пристрою для безперервного зневоднення сапропелю, який забезпечує зменшення його вологості в процесі підготовки до подальшого використання.

Але визначенню раціональних параметрів процесу віджиму вільної води з озерного сапропелю дослідники уваги не приділяли.

Метою досліджень є оптимізація параметрів процесу віджиму вільної води з озерного сапропелю механічним способом за допомогою пристрою шнекового типу.

Результати досліджень. У результаті роботи пристрою шнекового типу необхідно забезпечити максимально можливе виділення вільної води з сапропелю.

Таким чином, за параметр оптимізації для досліджень було вибрано масу вологи, виділеної з сапропелю. Аналіз результатів попередніх досліджень з віджиму вологи з сапропелю та інших матеріалів робочими органами шнекового типу дозволив встановити найбільш впливові фактори на процес. Серед них для дослідження вибрані: початкова вологість сапропелю W , відношення довжини шнека до його діаметра L/D , кут нахилу гвинтової лінії до горизонту α та частота обертання гвинтового робочого органу n . Для планування експерименту за чотирма факторами було використано симетричний некомпозиційний план Бокса-Бенкіна другого порядку. Кодування факторів, їх рівні та інтервали варіювання представлені в таблиці.

Таблиця 1 – Кодування факторів, їх рівні та інтервали варіювання

Рівні варіювання	Фактори			
	Початкова вологість сапропелю W , %	Відношення довжини шнека до його діаметра L/D	Кут нахилу гвинтової лінії до горизонту α , град.	Частота обертання гвинтового робочого органу n , об./хв.
	x_1	x_2	x_3	x_4
Верхній (+1)	95	5,5	25	35
Основний (0)	90	4	20	25
Нижній (-1)	85	2,5	15	15
Інтервал варіювання	5	1,5	5	10

Експеримент проводився в лабораторних умовах на установці з гвинтовим робочим органом (рис.1). Для дослідження використовували сапропель, добутий з озера Синове Волинської області з початковою вологістю 85...95%. Визначення вологості сапропелю проводилося за стандартною методикою. У всіх дослідях експерименту через установку пропускалася однакова кількість сапропелю, маса якого складала 28 кг. У процесі дослідження визначалася маса віджатої вологи з цієї кількості матеріалу. Отримані значення маси вологи ділилися на двадцять вісім для встановлення кількості виділеної вологи з 1 кг сапропелю. Початкова маса сапропелю (28 кг) зумовлена місткістю завантажувального бункера установки. У дослідженнях діаметр гвинтового робочого органу залишався постійним, а змінювалася довжина його робочої зони та кут нахилу гвинтової лінії до горизонту. Крім того, у лабораторній установці було передбачено можливість зміни частоти обертання робочого органу.



Рисунок 1 – Лабораторна установка для дослідження віджиму сапропелю

Обробка даних результатів експерименту відбувалася за допомогою програми, створеної у системі комп'ютерної математики Mathcad згідно з методикою [4], що дозволило отримати рівняння регресії маси віджатої вологи з сапропелю:

$$m = 30,825 + 19,941x_1 + 0,536x_2 - 0,333x_3 - 1,322x_4 - 0,892x_1x_4 - x_2x_4 + 1,026x_2^2 + 0,63x_3^2 + 0,505x_4^2. \quad (1)$$

Рівняння (1) з факторами у натуральному вигляді:

$$m = 0,456(L/D)^2 + 0,025\alpha^2 + 0,005n^2 - 0,018Wn - 0,067(L/D)n + 4,438W - 1,616(L/D) - 1,067\alpha + 1,506n - 351,662, \quad (2)$$

де m – маса вологи, що віджата з 1 кг сапропелю, г; L/D – відношення довжини шнека до його діаметра; W – початкова вологість сапропелю, %; α – кут нахилу гвинтової лінії до горизонту, град.; n – частота обертання гвинтового робочого органу, об./хв.

Перевірка за критеріями Фішера та Стюдента показала, що рівняння регресії (1) можна вважати адекватним, а показані в ньому коефіцієнти – значущими. За рівнянням регресії побудовано поверхні відгуку та їх двомірні січення (рис.2-7).

Аналіз рівняння регресії дозволяє зробити наступні висновки. Збільшення початкової вологості W сапропелю призводить до зростання маси виділеної вологи m внаслідок її віджимання робочим органом. Збільшення значення відношення L/D при сталому діаметрі гвинтового органу забезпечує зростання маси виділеної вологи, оскільки подовжується робоча зона пристрою, а, відповідно, зростає час дії робочого органу на матеріал. Тому доцільно, щоб конструктивно забезпечувалася довжина робочого органу пристрою, необхідна для виділення можливого об'єму вільної вологи з матеріалу. Зростання частоти обертання n гвинтового робочого органу призводить до зменшення кількості віджатої вологи, що можна пояснити скороченням часу перебування в пристрої сапропелю. Найменший вплив на виділення вологи з сапропелю чинить зміна кута нахилу гвинтової лінії до горизонту α , але слід зауважити, що зростання цього фактора призводить до зменшення маси віджатої вологи.

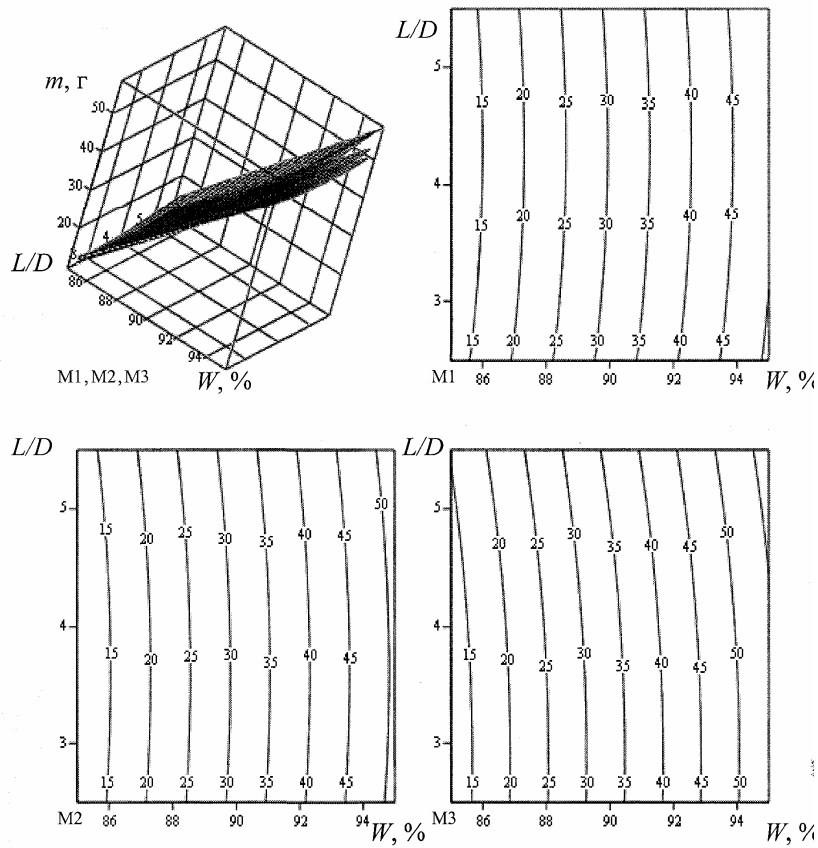


Рисунок 2 – M1, M2, M3 – поверхні відгуку та відповідні їх двомірні січення (M1 – $\alpha = 25^\circ$, $n = 35$ об./хв.; M2 – $\alpha = 20^\circ$, $n = 25$ об./хв.; M3 – $\alpha = 15^\circ$, $n = 15$ об./хв.)

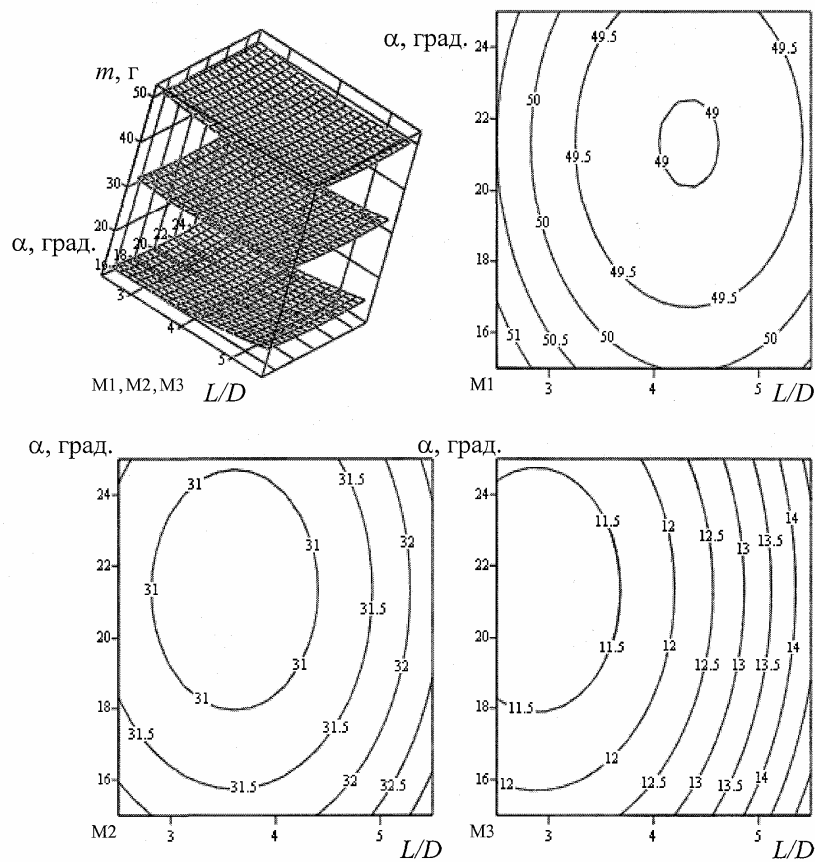


Рисунок 3 – M1, M2, M3 – поверхні відгуку та відповідні їх двомірні січення (M1 – $W = 95\%$, $n = 35$ об./хв.; M2 – $W = 90\%$, $n = 25$ об./хв.; M3 – $W = 85\%$, $n = 15$ об./хв.)

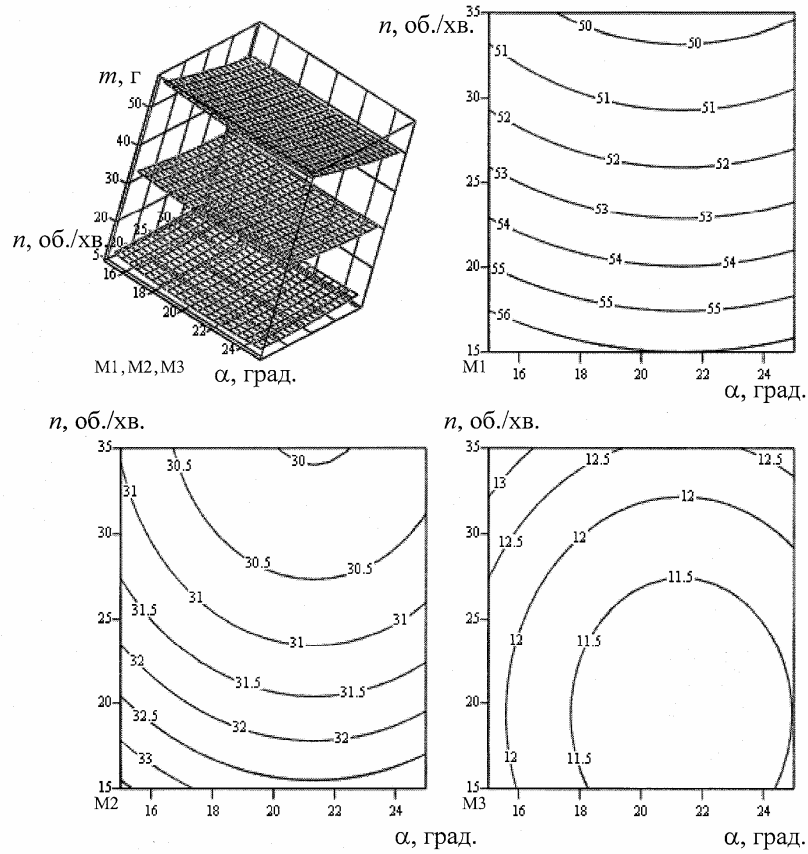


Рисунок 4 – M1, M2, M3 – поверхні відгуку та відповідні їх двомірні січення (M1 – $W = 95\%$, $l = 5,5$; M2 – $W = 90\%$, $l = 4$; M3 – $W = 85\%$, $l = 2,5$)

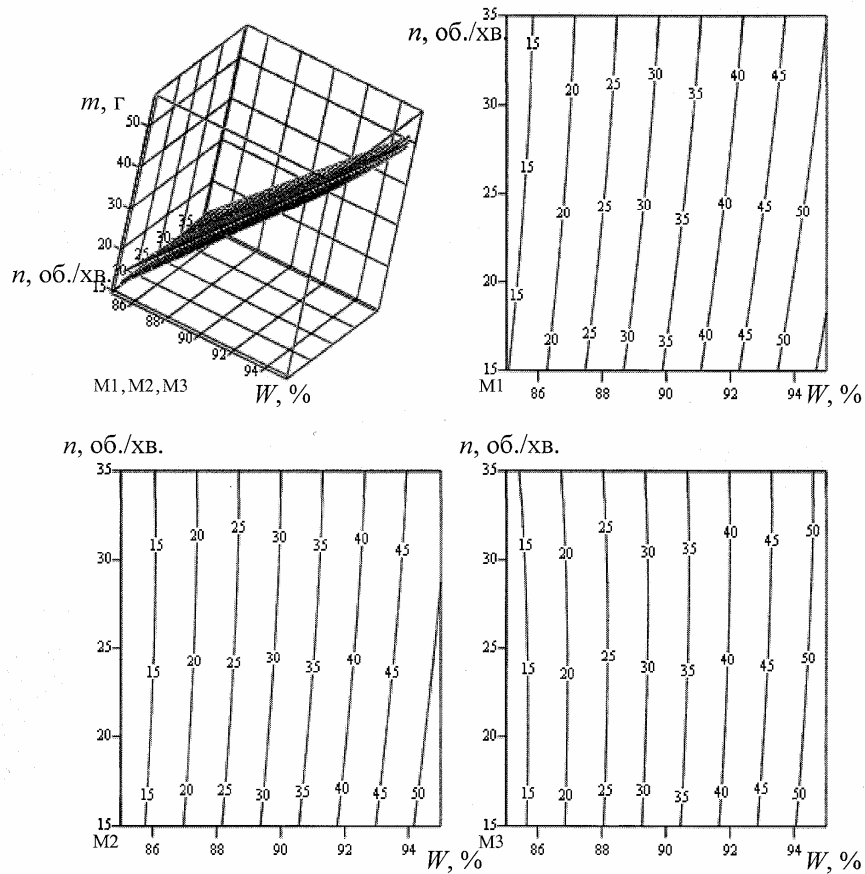


Рисунок 5 – M1, M2, M3 – поверхні відгуку та відповідні їх двомірні січення (M1 – $\alpha = 25^\circ$, $l = 5,5$; M2 – $\alpha = 20^\circ$, $l = 4$; M3 – $\alpha = 15^\circ$, $l = 2,5$)

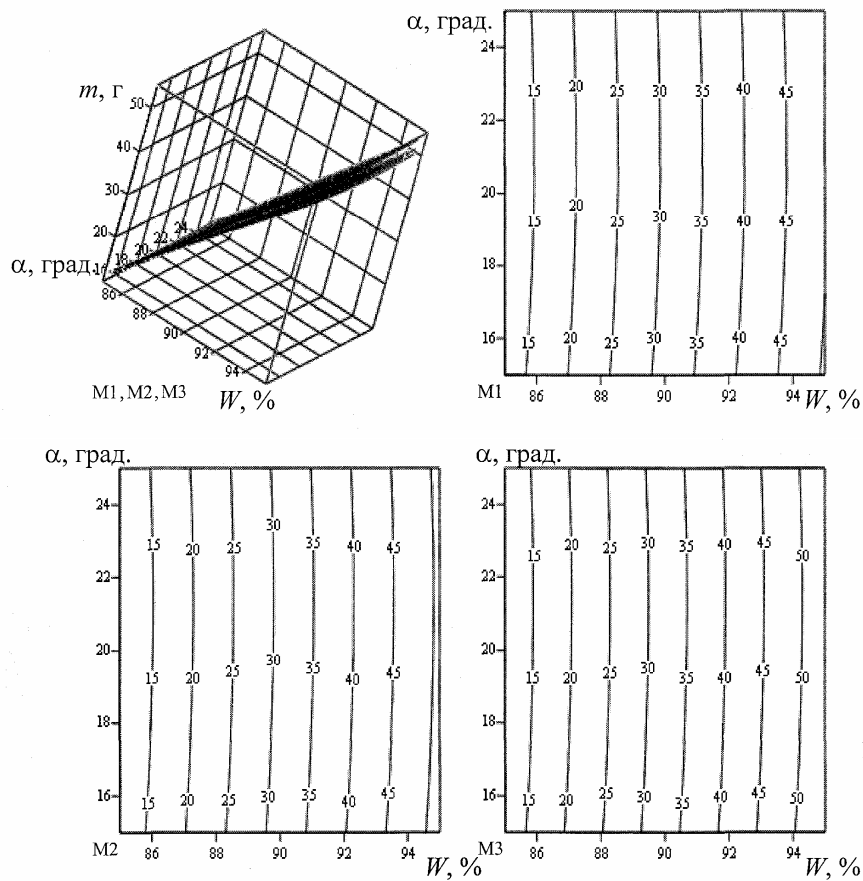


Рисунок 6 – M1, M2, M3 – поверхні відгуку та відповідні їх двомірні січення (M1 – $l=5,5, n=35$ об./хв.; M2 – $l=4, n=25$ об./хв.; M3 – $l=2,5, n=15$ об./хв.)

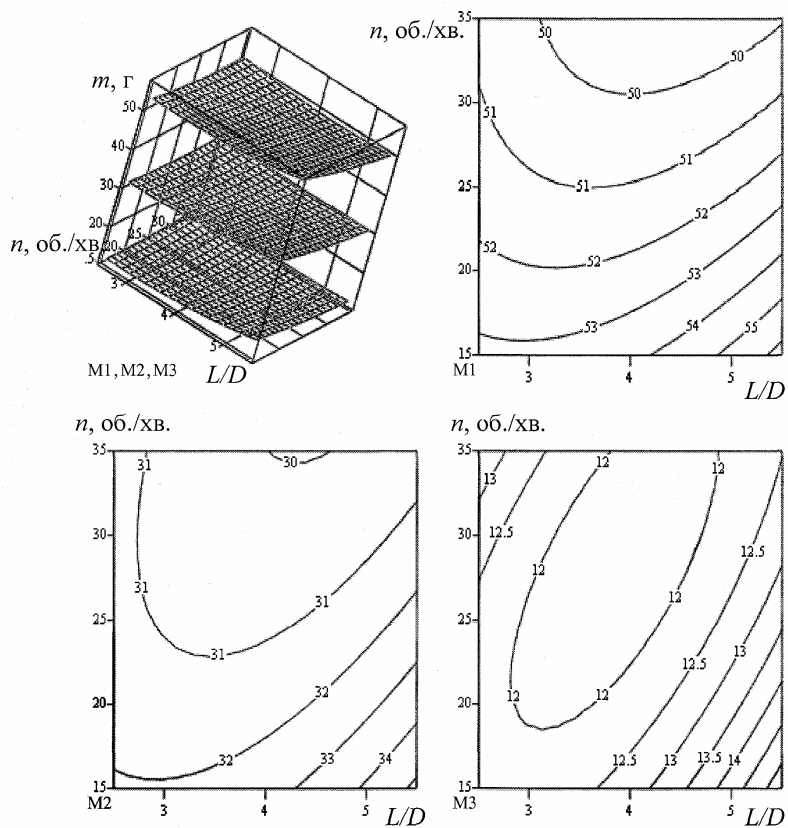


Рисунок 7 – M1, M2, M3 – поверхні відгуку та відповідні їх двомірні січення (M1 – $W=95\%, \alpha=25^\circ$; M2 – $W=90\%, \alpha=20^\circ$; M3 – $W=85\%, \alpha=15^\circ$)

Мета проведення експерименту – оптимізація параметрів досліджуваного процесу. Саме тому необхідно встановити значення досліджуваних факторів, що

забезпечили б максимальну кількість віджатої вологи з сапропелю. Проведена оптимізація за допомогою функції Maximize в системі комп'ютерної математики Mathcad [5] дозволила отримати такі раціональні значення досліджуваних факторів: початкова вологість сапропелю $W=95\%$, відношення довжини шнека до його діаметра $L/D=5,5$, кут нахилу гвинтової лінії до горизонту $\alpha=15^\circ$ та частота обертання гвинтового робочого органу $n=15$ об./хв.

Висновок. У результаті проведення чотирифакторного експерименту за планом Бокса-Бенкіна було отримано функцію відгуку (2), яка дозволяє встановити вплив початкової вологості сапропелю, відношення довжини шнека до його діаметра, кута нахилу гвинтової лінії до горизонту та частоти обертання гвинтового робочого органу на масу виділеної вологи з сапропелю на пристрої шнекового типу. За результатами оптимізації параметрів процесу було встановлено раціональні значення досліджуваних факторів для максимально ефективного перебігу процесу, зокрема, початкова вологість сапропелю $W=95\%$, відношення довжини шнека до його діаметра $L/D=5,5$, кут нахилу гвинтової лінії до горизонту $\alpha=15^\circ$ та частота обертання гвинтового робочого органу $n=15$ об./хв.

Література

1. Бакшеев В.М. Сапропелевые месторождения Тюменской области. Монография. – Тюмень: Изд. «Вектор Бук», 2001. – 120 с.
2. Дідух В.Ф., Шимчук О.П. Експериментальні дослідження процесу виділення води із сапропелю. Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст., вип. 14. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 2006. – С.90-93.
3. А.С. СРСР № 1726399 А1 кл. С 02 F 11/12. Устройство для непрерывного обезвоживания сапропеля.
4. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. – М.: Машиностроение; София: Техника, 1980. – 304 с.
5. Дьяконов В.П. Mathcad 11/12/13 в математике. Справочник. - М.: Горячая линия. - 2007. - 958 с.

Одержано 29.01.2009 р.