



# СУЧАСНА МОЛОДЬ В СВІТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

## Матеріали І Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції МОЛОДИХ ВЧЕНИХ та здобувачів вищої освіти присвяченої Дню науки



15 травня 2020 р.  
Херсон

Міністерство освіти і науки України

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Вінницький національний медичний університет  
ім. М. І. Пирогова

Кременчуцький національний технічний університет  
ім. Михайла Остроградського

Вінницький національний технічний університет

Херсонський національний технічний університет

Сумський державний університет

Херсонська державна морська академія

**Матеріали**  
**I Всеукраїнської науково-практичної**  
**інтернет-конференції**  
**МОЛОДИХ ВЧЕНИХ**  
**та здобувачів вищої освіти**  
**«СУЧАСНА МОЛОДЬ В СВІТІ**  
**ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ»**

*присвячена Дню науки*

15 травня 2020 р.  
Херсон

УДК 004.7+004.05]:005.5](06)

С 91

**«Сучасна молодь в світі інформаційних технологій»:** матеріали I Всеукр. наук.-  
С 91 практ. інтернет-конф. молодих вчених та здобувачів вищої освіти, присвяченої Дню  
науки (15 травня 2020 р., м. Херсон) / за ред. О.М. Лободи, Г.О. Димової та ін. –  
Херсон: Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2020. – 240 с.

**ISBN 978-617-7783-79-3 (електронне видання)**

Конференція «Сучасна молодь в світі інформаційних технологій» присвячується Дню науки. Метою конференції є висвітлення розробок, результатів досліджень та досягнень молодих вчених України та здобувачів вищої освіти при розробці, використанні та впровадженні інформаційних технологій в різних галузях науки.

Тези наукової конференції містять результати наступних досліджень: менеджмент інформаційних технологій; прогнозування соціально-економічних процесів за умов невизначеності та ризику; управління проектами на підприємствах агропромислового комплексу; сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій; впровадження інновацій та сучасних технологій; інформаційні технології в науці, освіті, економіці, логістиці, туристичній сфері, транспорті; математичні методи, моделі, інформаційні системи і технології в економіці; моделювання та оптимізація інформаційних систем; інвестиційне проектування в різних сферах суспільного життя; інформаційно-аналітичні та інформаційно-керуючі системи; системи відображення інформації і комп'ютерні технології; використання нових інформаційних технологій в медичній галузі; новітні технології в енергетичних системах та в галузі енергозбереження.

Роботи друкуються в авторській редакції, в збірці максимально зменшено втручання в обсяг та структуру відібраних до друку матеріалів. Редакційна колегія не несе відповідальність за достовірність інформації, що надано в рукописах, та залишає за собою право не розподіляти поглядів деяких авторів на ті чи інші питання.

#### **АДРЕСА ОРГКОМІТЕТУ**

73006, Україна, м. Херсон, вул. Стрітенська, 23  
Херсонський державний аграрно-економічний університет, економічний факультет  
кафедра прикладної математики та економічної кібернетики  
e-mail: conference.mywit@gmail.com, matematika\_ek2017@ukr.net

**УДК 004.7+004.05]:005.5](06)**

ISBN 978-617-7783-79-3 (електронне видання)

© Херсонський державний  
аграрно-економічний університет, 2020  
© ФОП Вишемирський В.С., 2020

**СЕКЦІЯ «МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ, ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ  
І ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ»**

<b>Балахніна А.О., Грінченко Р.В.</b> Методи оцінки конкурентоспроможності підприємства .....	134
<b>Будницька А.О., Янковий О.Г.</b> Прогнозування будівельного ринку України .....	139
<b>Григорюк О.І., Степаненко Н.В.</b> Застосування економіко-математичних методів для розв'язання економічних задач ....	144
<b>Карасик Г.О., Кавун Г.М.</b> Використання математичних методів в екології .....	147
<b>Кльоб К.К., Степаненко Н.В.</b> Розрахунок заробітної платні в будівельній справі .....	150
<b>Ковтун Д.М., Ларченко О.В.</b> Роль інформаційних технологій в економіці .....	154
<b>Колібабчук О.Б., Грінченко Р.В.</b> Факторний аналіз фонду оплати праці приладобудівного підприємства .....	156
<b>Куришко А.П., Кавун Г.М.</b> Впровадження економіко-математичних моделей для розрахунку оптимального функціонування фермерського господарства .....	159
<b>Кушнір Д.Ф., Янковий О.Г.</b> Прогнозування обсягів виробництва зерна в Україні .....	163
<b>Кушнір Д.Ф., Янковий О.Г.</b> Факторний економічний аналіз формування фонду оплати праці на підприємстві .....	166
<b>Лузанова О.С., Ткаченко І.В.</b> Математичне моделювання злочинності в Україні .....	171
<b>Передерій Ю.Р., Степаненко Н.В.</b> Розрахунок витрат матеріалів при будівництві .....	174
<b>Радченко В.С., Кавун Г.М.</b> Впровадження економіко-математичних моделей для розрахунку оптимального виробництва в харчових технологіях .....	178
<b>Ящук А.С., Кавун Г.М.</b> Моделювання екосистеми рибницьких ставків .....	181

**СЕКЦІЯ «МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ»**

<b>Димова Г.О., Драгота І.П.</b> Розробка інформаційної технології для розрахунку математичної моделі динаміки двох популяцій .....	185
<b>Димова Г.О., Рудич І.О.</b> Аналіз ефективності виявлення несанкціонованого проникнення до об'єкту захисту....	189
<b>Карпович К.О., Степаненко Н.В.</b> Обчислення площ споруд складної геометричної форми .....	192
<b>Урсол Т.С., Золотухіна О.А.</b> Аналіз потреб екологічного моніторингу для створення концептуальної схеми розподіленої системи для контролю екологічного стану поверхневих вод .....	197

**СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ»**

<b>Димова Г.О., Тихоход К.С.</b> Інформаційна технологія аналізу стійкості динамічної системи .....	201
--	-----

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АНАЛІЗУ СТІЙКОСТІ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ

*В роботі розглядаються питання стійкості системи управління, що описується звичайним диференціальним рівнянням. Проведений аналіз стійкості системи економічної динаміки за допомогою розробленої інформаційної технології ідентифікації і прогнозування станів динамічних систем [3], в яку входить комп'ютерна програма «Streamlining-coefficients-sustainability». Зроблені висновки за результатами аналізу.*

Ключові слова: ДИНАМІЧНА СИСТЕМА, ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ РІВНЯННЯ, СТІЙКІСТЬ, PYTHON, ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ.

*The paper considers the stability issues of the control system, which is described by the usual differential equation. The stability analysis of the system of economic dynamics is carried out using the developed information technology for identifying and predicting the states of dynamic systems [3], which includes the «Streamlining-coefficients-sustainability» computer program. Conclusions are drawn from the analysis.*

Keywords: DYNAMIC SYSTEM, DIFFERENTIAL EQUATION, STABILITY, PYTHON, INFORMATION TECHNOLOGY.

**Вступ (постановка проблеми).** Поняття стійкості відноситься до ситуації, коли вхідні сигнали системи дорівнюють нулю, тобто зовнішні впливи відсутні. При цьому правильно побудована система повинна знаходитися в стані рівноваги (спокою) або поступово наближатися до цього стану. У нестійких системах навіть при нульових вхідних сигналах виникають власні коливання і, як наслідок, - неприпустимо великі помилки [1].

Одним з перших питань, що виникають при дослідженні і проектуванні лінійних систем управління, є питання про їх стійкість. Лінійна система називається стійкою, якщо при виведенні її зовнішніми впливами зі стану рівноваги (спокою) вона повертається в нього після припинення зовнішніх впливів. Якщо після припинення зовнішнього впливу система не повертається до стану рівноваги, то вона є нестійкою. Для нормального функціонування системи управління необхідно, щоб вона була стійкою, тому що в іншому випадку в ній виникають великі помилки.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Стійкість систем управління різного типу визначається різними методами. Точна і строга теорія стійкості систем, що описується звичайними диференціальними рівняннями, створена А. М. Ляпуновим в 1892. Всі стани лінійної системи управління або стійкі, або нестійкі, тому можна говорити про стійкість системи в цілому [2]. При дослідженні стійкості систем управління, що описуються диференціальними рівняннями невисокого порядку (до 4-го), користуються критеріями Рауса і Гурвіца. При дослідженні і проектуванні лінійних стаціонарних систем управління зазвичай застосовують частотні критерії Найквіста і Михайлова. Дослідження стійкості нелінійних систем управління виявляється досить складним навіть при використанні програмних засобів. Для знаходження достатніх умов стійкості часто застосовують метод функцій Ляпунова. Достатні частотні критерії абсолютної стійкості запропоновані математиком В. М. Поповим та ін.

**Постановка задачі.** Метою роботи є перевірка на стійкість системи економічної динаміки з використанням розробленої інформаційної технології.

**Основна частина (розв'язання задачі).** Нехай сигнал  $y_0(t)$  виходу автономного об'єкта описується звичайним диференціальним рівнянням  $m$ -го порядку з постійними коефіцієнтами і стійкою точкою спокою  $y_0 = 0$  [3, 4, 5]

$$\frac{d^m y_o(t)}{dt^m} + \sum_{m=0}^{m-1} a_m \frac{d^m y_o(t)}{dt^m} = 0 \quad (1)$$

з початковими умовами  $\left\{ \frac{d^m y_o(0)}{dt^m} \right\}$ ,  $m = 0, 1, 2, \dots, m-1$ . Припустивши, для простоти, що рівняння (1) не має кратних коренів, отримаємо розв'язок

$$y_o(t) = \sum_{i=1}^m C_i \exp(r_i t), \quad t \leq 0. \quad (2)$$

Характеристичний поліном рівняння (1)

$$a_m r^m + a_{m-1} r^{m-1} + \dots + a_1 r + a_0 = 0, \quad (3)$$

де  $r_i$  – корені рівняння (1).

Рівняння (3) відображає структуру лінійного оператора (1) і встановлює взаємозв'язок між множиною коренів  $r_i$  та вектором коефіцієнтів  $(a_0, a_1, \dots, a_m)$  [3, 4].

З іншої сторони, при кожному наборі коренів маємо  $m$  рівностей:

$$\sum_{i=1}^m C_i r_i^{(m)} = y_o^{(m)}, \quad m = (0, 1, \dots, m-1),$$

що однозначно зв'язують вектори  $(C_1, C_2, \dots, C_m)$  та  $(y_o^{(0)}, y_o^{(1)}, \dots, y_o^{(m-1)})$ .

Кожний запис сигналу  $y_o(t)$ , дозволяє знайти тільки ті значення  $r_i$ , для яких у відповідності з початковими умовами коефіцієнти  $C_i$  виявляться відмінними від нуля. Метою є обчислення коефіцієнтів  $a_i$  за записами  $y_o(t)$ , тому можна враховувати, що кожний з векторів  $(y_o^{(0)}, y_o^{(1)}, \dots, y_o^{(m-1)})$ , для якого всі  $C_i \neq 0$ , дозволяє без додаткових збуджень досліджувати об'єкт, тобто одне таке початкове відхилення реалізує повний набір збуджень об'єкту. Враховуючи, що взяття різниці та знаходження похідної являються ізоморфними операціями, то можна перейти від рівняння (1) до різницевого рівняння регресії шляхом перетворення вихідного сигналу об'єкта за допомогою операції квантування за часом (з урахуванням теореми Котельникова) та квантування за рівнем до часових рядів [6, 7].

Використовуючи метод Лобачевського-Греффе [8] (або методи Данилевського О.М., Крилова О.М., Леверье-Фаддєєва, метод обертань [9]) можна оцінити корені  $r_1, r_2, r_3$  характеристичного рівняння диференціального оператора (1). У випадку, коли корені характеристичного полінома мають кратність, розглянута процедура може бути вдосконалена з урахуванням того, що при непарному числі коренів завжди є хоча б один дійсний корінь, а комплексні корені завжди зустрічаються як комплексносполучені числа та при від'ємності дійсних частин комплексносполучених коренів знайдене розв'язання буде стійким, крім того, при умові, що модулі всіх коренів  $|r_i| < 1, i = \overline{1, m}$  забезпечується асимптотична стійкість лінійного оператора (4.1) [3, 8].

В якості системи економічної динаміки оберемо зміну курсу долара (табл. 1) [10].



Таблиця 1 – Дані зміни курсу долара з 01.12.19 по 19.03.20

№	Дата	Курс \$	№	Дата	Курс \$	№	Дата	Курс \$	№	Дата	Курс \$
1	01.12.2019	24,0356	29	29.12.2019	23,6862	57	26.01.2020	24,5212	85	23.02.2020	24,5000
2	02.12.2019	23,9723	30	30.12.2019	23,6862	58	27.01.2020	24,3301	86	24.02.2020	24,4530
3	03.12.2019	23,9574	31	31.12.2019	23,6862	59	28.01.2020	24,5984	87	25.02.2020	24,4995
4	04.12.2019	23,9392	32	01.01.2020	23,6862	60	29.01.2020	24,7204	88	26.02.2020	24,5307
5	05.12.2019	23,9303	33	02.01.2020	23,6862	61	30.01.2020	24,8491	89	27.02.2020	24,6490
6	06.12.2019	23,8770	34	03.01.2020	23,6862	62	31.01.2020	24,9196	90	28.02.2020	24,5610
7	07.12.2019	23,8770	35	04.01.2020	23,6862	63	01.02.2020	24,9196	91	29.02.2020	24,5610
8	08.12.2019	23,8770	36	05.01.2020	23,6862	64	02.02.2020	24,9196	92	01.03.2020	24,5610
9	09.12.2019	23,7248	37	06.01.2020	23,6862	65	03.02.2020	25,0294	93	02.03.2020	24,5900
10	10.12.2019	23,6885	38	07.01.2020	23,6862	66	04.02.2020	25,0836	94	03.03.2020	24,8180
11	11.12.2019	23,6892	39	08.01.2020	23,6785	67	05.02.2020	24,8523	95	04.03.2020	24,9386
12	12.12.2019	23,6035	40	09.01.2020	23,8345	68	06.02.2020	24,7959	96	05.03.2020	24,8908
13	13.12.2019	23,5633	41	10.01.2020	24,1190	69	07.02.2020	24,5794	97	06.03.2020	24,7413
14	14.12.2019	23,5633	42	11.01.2020	23,9677	70	08.02.2020	24,5794	98	07.03.2020	24,7413
15	15.12.2019	23,5633	43	12.01.2020	23,9677	71	09.02.2020	24,5794	99	08.03.2020	24,7413
16	16.12.2019	23,4980	44	13.01.2020	23,9677	72	10.02.2020	24,5370	100	09.03.2020	24,7413
17	17.12.2019	23,4904	45	14.01.2020	23,9275	73	11.02.2020	24,5188	101	10.03.2020	24,9215
18	18.12.2019	23,4691	46	15.01.2020	24,0257	74	12.02.2020	24,4236	102	11.03.2020	25,3135
19	19.12.2019	23,4131	47	16.01.2020	23,9821	75	13.02.2020	24,4966	103	12.03.2020	25,6240
20	20.12.2019	23,3741	48	17.01.2020	24,0923	76	14.02.2020	24,4795	104	13.03.2020	25,8580
21	21.12.2019	23,3253	49	18.01.2020	24,0923	77	15.02.2020	24,4795	105	14.03.2020	25,8580
22	22.12.2019	23,3253	50	19.01.2020	24,0923	78	16.02.2020	24,4795	106	15.03.2020	25,8580
23	23.12.2019	23,2912	51	20.01.2020	24,2527	79	17.02.2020	24,4470	107	16.03.2020	26,0890
24	24.12.2019	23,2758	52	21.01.2020	24,3257	80	18.02.2020	24,4456	108	17.03.2020	26,5249
25	25.12.2019	23,2758	53	22.01.2020	24,2586	81	19.02.2020	24,4431	109	18.03.2020	27,0566
26	26.12.2019	23,2552	54	23.01.2020	24,3310	82	20.02.2020	24,5106	110	19.03.2020	27,2685
27	27.12.2019	23,2929	55	24.01.2020	24,5212	83	21.02.2020	24,4777			
28	28.12.2019	23,6862	56	25.01.2020	24,5212	84	22.02.2020	24,4777			

Для аналізу стійкості динамічної системи застосуємо інформаційну технологію ідентифікації і прогнозування стану динамічної системи [3, 11]. Вона включає в себе комп'ютерну програму «Streamlining-coefficients-sustainability», що написана з використанням мови програмування Python [12], яка дозволяє побудувати графік вхідних даних (рис. 1), сформувану розрахункову матрицю, визначити головні мінори матриці, її власні значення, коефіцієнти та корені характеристичного рівняння.

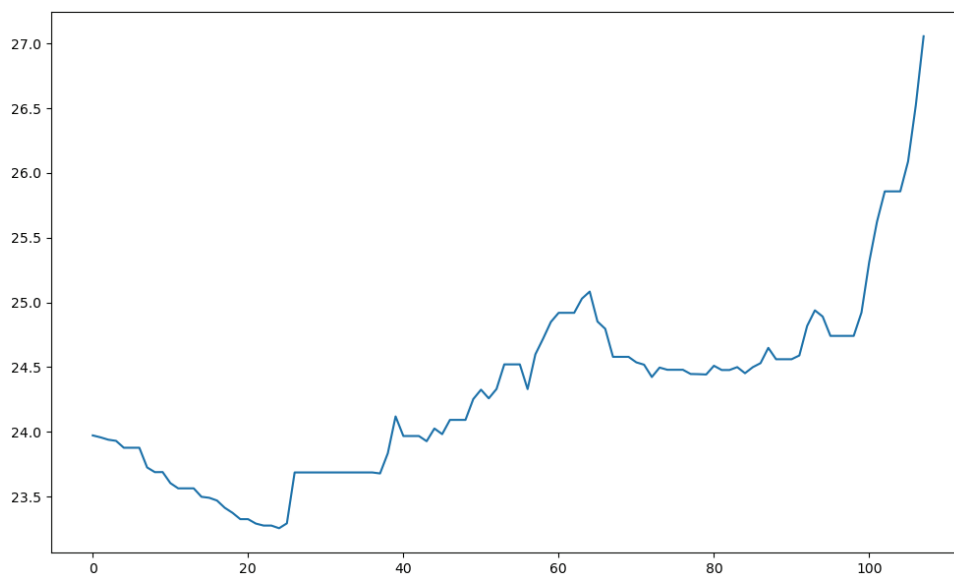


Рис. 1 – Графік вхідних даних, побудований за допомогою комп'ютерної програми «Streamlining-coefficients-sustainability»

Будуємо ганкелеву матрицю. Для цього в комп'ютерній програмі задаємо початкове значення (Index of first item – 1) та розмір матриці (Matrix size – 55). Ця матриця буде охоплювати всі відомі дані. Натискаємо кнопку «Start», таким чином комп'ютерна програма запускає розрахунок параметрів (рис. 2-3).

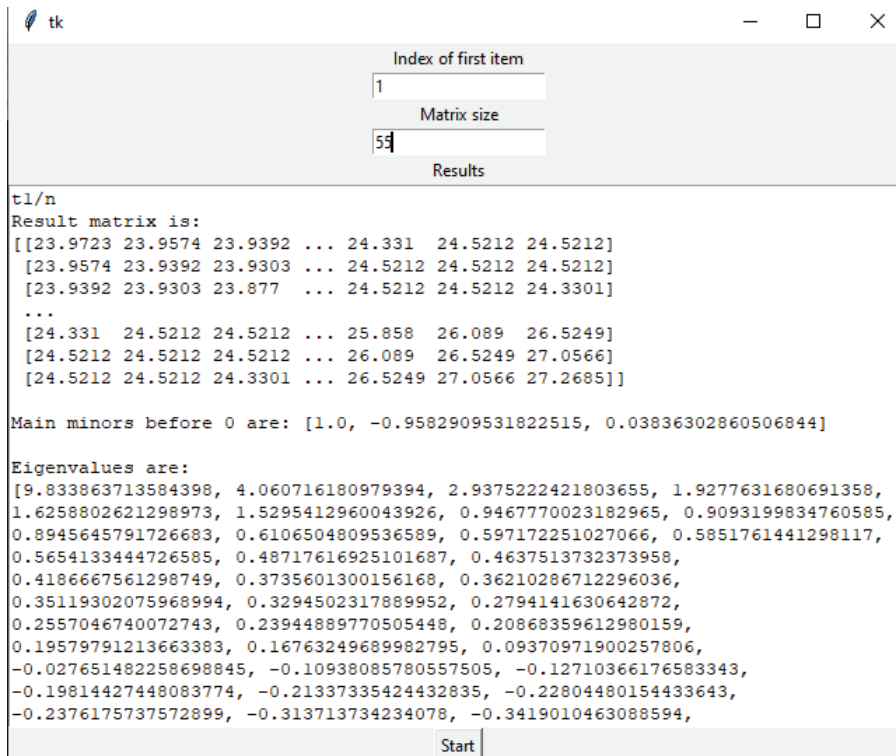


Рис. 2 – Результати побудови матриці, розрахунку мінорів та власних значень

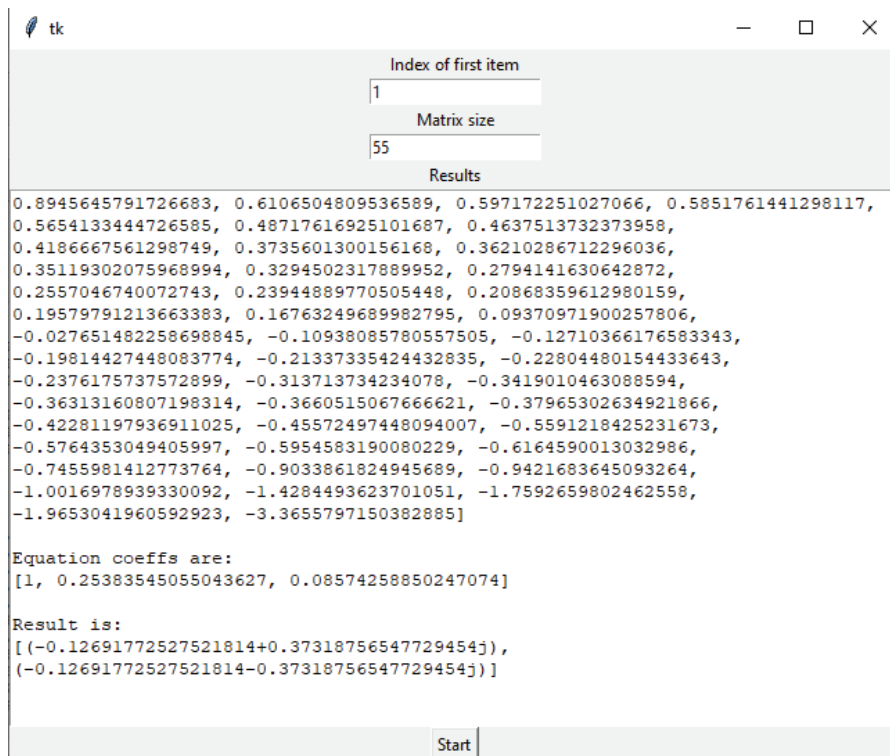


Рис. 3 – Результати розрахунку коефіцієнтів та коренів характеристичного рівняння



Для оцінки стійкості стаціонарної лінійної системи лінійних рівнянь, що описується звичайними диференціальними рівняннями, необхідно і достатньо, щоб всі корені відповідного характеристичного рівняння мали негативні дійсні частини, тоді система управління асимптотично стійка.

**Основні результати і висновки.** Досліджувана система являється стійкою, тому що дійсні частини коренів характеристичного рівняння негативні. Інформаційна технологія, що використовувалась для побудови матриці і розрахунку діє швидко на відміну від стандартних математичних додатків.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Теория автоматического управления. URL: [http://scask.ru/a\\_book\\_tau.php](http://scask.ru/a_book_tau.php) (дата звернення 30.04.20).
2. Определение устойчивости систем автоматического управления промышленными роботами. URL: <https://habr.com/ru/post/340554> (дата звернення 30.04.20).
3. Димова Г.О. Методи і моделі упорядкування експериментальної інформації для ідентифікації і прогнозування стану безперервних процесів: монографія. Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2020. 176 с.
4. Марасанов В.В., Димова Г.О. Евристичні підходи до аналізу динамічних об'єктів по вихідним сигналам. *Проблеми інформаційних технологій*. 2017. №1(022). С. 134-141.
5. Гамецкий А.Ф., Соломон Д.И. Математическое моделирование макроэкономических процессов. Кишинев: Эврика, 1997. 313 с.
6. Калман Р., Фалб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем. М.: Едиториал УРСС, 2004. 400 с.
7. Дымова А.О. Проекционные методы описания структуры оператора линейных динамических систем. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Випуск 6/2019 (119). С. 152-160. DOI: 10.30929/1995-0519.2019.6.152-160
8. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. М.: Наука, 1966. 664 с.
9. Виллемс Ян К. От временного ряда к линейной системе. *Теория систем. Математические методы и моделирование*. Сборник статей. М.: Мир, 1989. 384 с.
10. Курси валют. URL: <https://finance.i.ua> (дата звернення 19.03.20).
11. Димова Г.О., Димов В.С. Реалізація інформаційної технології ідентифікації і прогнозування стану безперервних виробництв. *Стратегії, моделі та інформаційні технології в системах управління: колективна монографія*. Ред. Райко Г.О. Херсон: Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2019. С. 103-113.
12. Python 3.6.0 documentation. *Python Software Foundation*. 2017. URL: <https://docs.python.org/3> (дата звернення 10.01.20).