

рівня прунингу та зниження рангу в залежності від обчислювальних можливостей конкретного пристрою [3]. Це забезпечує збалансований компроміс між точністю моделі та швидкодією.

Завдяки гнучкості HARR, модель може виконуватися на більшій кількості пристроїв, включаючи старіші моделі смартфонів, де обмеження обчислювальних ресурсів є особливо відчутними. Метод дозволяє значно зекономити пам'ять та забезпечує стабільність роботи, що робить його перспективним для мобільних додатків з високим попитом на обробку природної мови, таких як чат-боти [4], інтелектуальні помічники та системи перекладу.

Запропонований метод HARR демонструє ефективність у зменшенні розміру мовних моделей для мобільних пристроїв без значної втрати точності, що забезпечує більш стабільну роботу додатків на платформах з обмеженими ресурсами. Його застосування відкриває нові можливості для розробки високоякісних інтелектуальних мобільних додатків, що підтримують обробку природної мови. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на удосконалення HARR для його адаптації під нові, більш складні моделі, що підвищать його ефективність у майбутніх поколіннях мобільних пристроїв.

#### Список використаних джерел

1. Романюк О. В., Луценко Р. С. «Вплив оптимізації великих мовних моделей для iOS на розвиток освітніх, медичних і розважальних додатків», в матеріалах конференції Комп'ютерні ігри і мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2024, Одеса, 2024. – с. 294-296.
2. Han, Song, Huizi Mao, and William J. Dally. "Deep Compression: Compressing Deep Neural Networks with Pruning, Trained Quantization and Huffman Coding." in Proc. Int. Conf. on Learning Representations (ICLR), 2016, pp. 1-14.
3. Sze, Vivienne, Yu-Hsin Chen, Tien-Ju Yang, and Joel S. Emer. "Efficient Processing of Deep Neural Networks: A Tutorial and Survey" in Foundations and Trends in Electronic Design Automation, vol. 12, no. 3, Morgan & Claypool Publishers, 2020, pp. 239-252.
4. Tang, Yanming, Fu-Dong Zhang. "Low-Power Deep Learning and Applications to Mobile and Embedded Devices.", Springer, 2021, pp. 78-95.

**МАЙДАНЮК В. П.**

**Вінницький національний технічний університет**

### ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСУ MATLAB ONLINE В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

*Анотація: Показано, що використання онлайн сервісів може бути хорошою альтернативою дорогим пакетам прикладних програм, придбання яких часто через нестачу коштів неможливе для навчальних закладів. Зокрема, це стосується і MATLAB. Наведено приклад використання MATLAB online для вивчення цифрових фільтрів та візуалізації результатів фільтрації.*

*Ключові слова: онлайн сервіс, MATLAB, цифровий фільтр.*

*Abstract: It is shown that the use of online services can be a good alternative to expensive packages of application programs, the purchase of which is often impossible for educational institutions due to lack of funds. In particular, this applies to MATLAB. An example of using MATLAB online to study digital filters and visualize filtering results is given.*

*Keywords: online service, MATLAB, digital filter.*

**Вступ.** Використання безкоштовних онлайн-сервісів в навчальному процесі є хорошою альтернативою дорогим пакетам прикладних програм, придбання яких часто через нестачу коштів неможливе для навчальних закладів. Зокрема це стосується і MATLAB.

MathWorks Inc. надає доступ до MATLAB online (20 годин на місяць, доступ до 10 наборів інструментів), який дозволяє працювати в браузері (без встановлення), реєстрація та вхід за посиланням: <https://www.mathworks.com/products/matlab-online/matlab-online-versions.html> [1].

Перевагами MATLAB-онлайн такі [2]:

- використання MATLAB без завантаження чи встановлення;
- співпраця з іншими учасниками шляхом обміну інформацією та публікації в Інтернет;
- зберігання файлів, керування ними та отримання доступу до них у будь-якому місці.

MATLAB Online надає доступ до MATLAB з будь-якого стандартного веб-браузера з доступом в Інтернет - необхідно просто увійти до системи. Він ідеально підходить для викладання, навчання та зручного, легкого доступу.

В MATLAB Online можна поділитися своїми скриптами та іншими файлами безпосередньо в MATLAB. MATLAB Online автоматично оновлюється до останньої версії, надаючи узгоджену платформу з останніми функціями для всіх користувачів.

MATLAB Drive надає 5 ГБ для зберігання, доступу та керування файлами з будь-якого місця за допомогою MATLAB Online. MATLAB Drive Connector дозволяє синхронізувати файли між комп'ютерами та MATLAB Online, усуваючи необхідність у ручному завантаженні.

Сайті MATLAB [1] надає безкоштовний доступ до розділу документації та онлайн курсів для самостійного навчання [3].

### Приклад використання MATLAB online для фільтрації сигналів

MATLAB може працювати як дуже великий і потужний калькулятор, обчислюючи значення математичних виразів в режимі командного рядка. Інтерактивна робота з MATLAB в режимі командного рядка дуже зручна при освоєнні системи і при необхідності поекспериментувати, щоб випробувати різні підходи до аналізу і обробки наявних даних. Проте із досвідом, а також при рішенні конкретної задачі дуже часто потрібно набирати одні і ті ж послідовності команд, тому краще записати їх в файл. Текстові файли, що містять оператори MATLAB, можуть бути двох типів: програми (script; інколи використовується дослівний переклад - «сценарій») і функції (function).

В прикладі створимо програму, що містить сценарій та функцію. При запуску MATLAB Online в браузері відкривається стандартне вікно MATLAB (рис. 1).

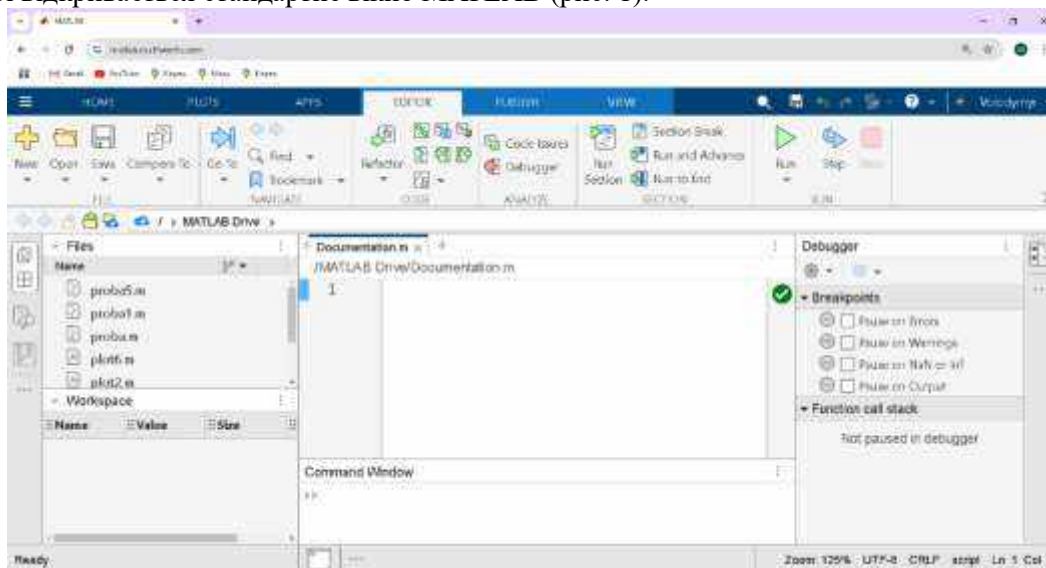


Рисунок 1 – Вікно MATLAB Online

Виберемо команду New->Script, введемо текст скрипта і збережемо файл (команда Save) з розширенням .m (рис. 2, а). Для створення функції необхідно вибрати команду New-> Function і зберегти файл з назвою функції (рис. 2, б) . Функції мають заголовок function, а програми - заголовок script або зовсім не мають заголовка.

В скрипті задамо частоту дискретизації  $F_s$  рівною 8 кГц [4]:

```
>> Fs = 8e3
```

Сформуємо вектор значень часу, що охоплює з цією частотою дискретизації інтервал завдовжки в одну секунду:

```
>> t = 0:1/Fs:1
```

Розрахуємо для цих моментів часу значення періодичної послідовності двополярних прямокутних імпульсів з частотою надходження  $f_0$ , рівною 50 Гц. Для цього обчислимо значення синусоїди потрібної частоти і застосуємо до них знакову функцію sign:

```
>> f0 = 50
```

```
>> s = sign(sin(2*pi*f0*t))
```

```

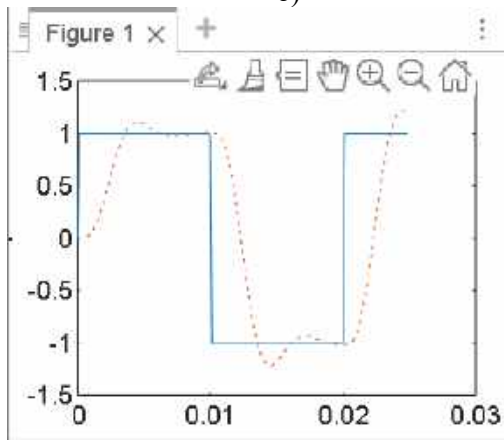
/MATLAB Drive/plot55.m
1 script
2 Fs = 8e3
3 t = 0:1/Fs:1
4 f0 = 50
5 s = sign(sin(2*pi*f0*t))
6 f1=200
7 [a,b]=butter (4, f1*2/Fs)
8 s2 = filter(a, b, s)
9 plot6(t, s, s2)

/MATLAB Drive/plot6.m
1 function plot6 (t,s,s2)
2 if (t (1)>0)
3 plot(t(1:200), s2(1:200), ':');
4 else
5 plot(t(1:200), s(1:200), t(1:200), s2(1:200), ':');
6
7
8 end

```

a)

б)



в)

Рисунок 2 – Скрипт (а), функція (б), результати роботи (в)

Тепер підготуємо фільтр для обробки сигналу. Хай це буде ФНЧ Баттерворта 4-го порядку з частотою зрізу  $f_1$ , рівною 200 Гц. Такий фільтр розраховується за допомогою функції `butter` з пакета розширення `Signal Processing`:

```
>> [b,a]=butter (4, f1*2/Fs)
```

Вектори `b` і `a` - коефіцієнти поліномів чисельника і знаменника функції передачі фільтра.

Тепер можна обробити сигнал `s` фільтром, що описується векторами `b` і `a`. Для цього призначена функція `filter`:

```
>> s2 = filter (b, a, s);
```

Функція `plot6 (t, s, s2)` виводить графіки перших 200 значень вихідного сигналу, якщо початковий момент часу більший «0», або вхідного і вихідного сигналів за допомогою функції `plot` (рис. 2,б), якщо початковий момент часу рівний або менший «0».

Для запуску скрипта на виконання необхідно обрати команду `Run` (рис. 1). Результуючий графік, який виводиться в окремому графічному вікні (`figure window`), наведено на рис. 2, в.

**Висновки**

MATLAB Online надає доступ до MATLAB з будь-якого стандартного веб-браузера з доступом в Інтернет. Він ідеально підходить для викладання, навчання завдяки зручному та легкому доступу, наявності безкоштовного розділу документації та онлайн курсів для самостійного навчання.

**Список використаних джерел**

1. MATLAB. [Електронний ресурс]. URL: <https://matlab.mathworks.com/>
2. Моделювання технічних систем в пакеті прикладних програм MATLAB. [Електронний ресурс]. URL: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=3999>.
3. Онлайн-курси для самостійного навчання. [Електронний ресурс]. URL: [https://matlabacademy.mathworks.com/?page=1&sort=featured&s\\_tid=getstart\\_mllacad](https://matlabacademy.mathworks.com/?page=1&sort=featured&s_tid=getstart_mllacad).
4. Майданюк, В. П. Обробка сигналів: навчальний посібник / В. П. Майданюк, А. М. Петух. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 144 с.