

Магістерська кваліфікаційна робота

Моделювання роботи імпульсного нейрона на стабілітроні

напряом 8.05010104 – “Системи штучного інтелекту”

Виконав: Левченко Ю.В.

Керівник: к.т.н., доц. каф. КН Колесницький О.К.



КАФЕДРА
КОМП'ЮТЕРНИХ
НАУК

Моделювання роботи імпульсного нейрона на стабілітроні

Об'єкт дослідження – процеси схемотехнічного та комп'ютерного моделювання імпульсних нейронів.

Предмет дослідження – схемотехнічні та програмні засоби моделювання імпульсних нейронів.

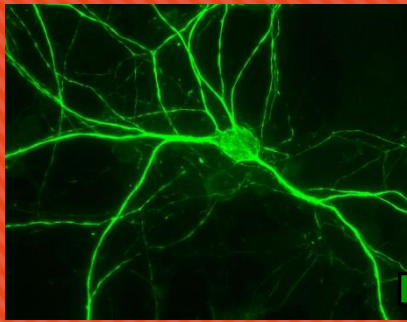
Мета дослідження – спрощення схемотехнічної реалізації імпульсного нейрону та доведення її адекватності математичній моделі LIF-нейрону.



АКТУАЛЬНІСТЬ

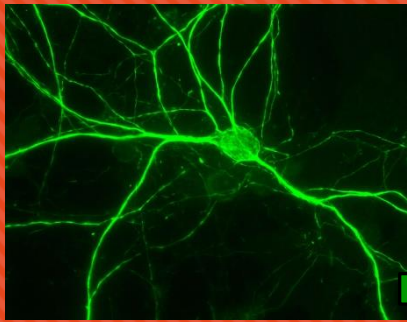
Людський мозок є найбільш дивним і загадковим створенням природи. Прототипом до створення нейрона послужив біологічний нейрон мозку.

Інтерес до штучних нейронних мереж швидко виріс за останні декілька років. Тому існує задача створення моделі нейрона, яка була б максимально простою, виконувала більшість функцій біологічного нейрону та мала змогу працювати з оптичними сигналами.



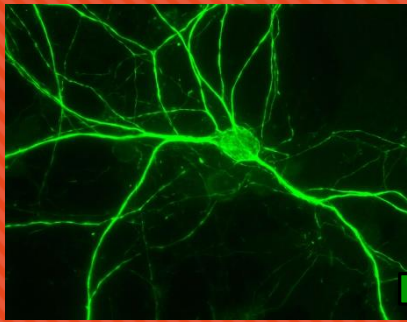
ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

- Зробити огляд моделей імпульсних нейронів та засобів їх моделювання.
- Розробити схемотехнічну модель нейрона на стабілітроні.
- Розробити методику дослідження.
- Провести моделювання роботи імпульсного нейрона.
- Здійснити комп'ютерне моделювання математичної моделі.
- Провести аналіз результатів моделювання.
- Здійснити оцінку адекватності нейрона на стабілітроні та математичної LIF-моделі нейрона.
- Провести оцінювання комерційного потенціалу розробки.
- Здійснити прогнозування витрат на виконання наукової роботи та впровадження її результатів.
- Провести прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки.
- Зробити розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.



НАУКОВА НОВИЗНА

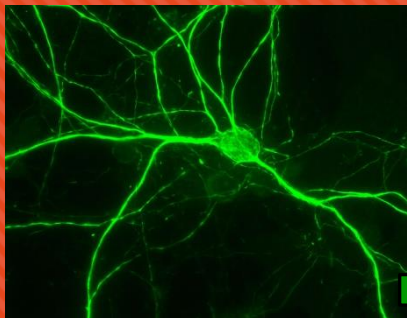
1. Удосконалено схемотехнічну модель нейрона на стабілітроні, яка за рахунок введення нових вузлів та зв'язків має розширені функціональні можливості та підвищену адекватність моделі до біологічного нейрона.
2. Доведено адекватність запропонованої моделі нейрона на стабілітроні до математичної LIF-моделі нейрона.



ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

Практичне значення одержаних результатів полягає у наступному:

- Розроблено схему електричну принципову моделі нейрона.
- Розроблено схемотехнічну модель імпульсного нейрона на стабілітроні в середовищі NI Multisim
- Розроблено комп'ютерну модель LIF-нейрона в середовищі CSIM.

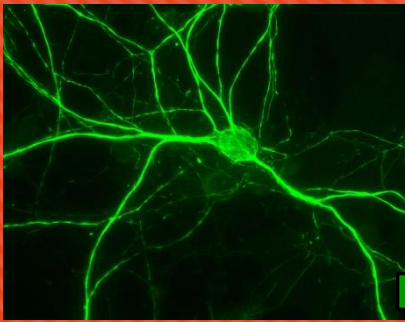


ІСНУЮЧІ МОДЕЛІ

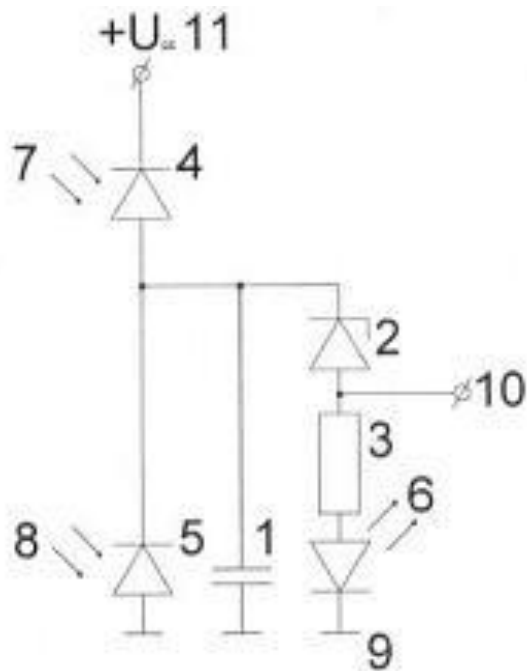
1. Пристрій для моделювання нейрона (патент України № 52771, м. кл. G06G 7/60, 2006 р., бюл. №17).
2. Пристрій для моделювання нейрона (патент України № 22956, м. кл. G06 G 7/60, 1998 р., Бюл. 3).
3. Пристрій для моделювання нейрона (патент України №55921, м.кл. G06G 7/00, 2009 р., бюл. №24).
4. Пристрій для моделювання нейрона (патент України №70918, м.кл. G06G 7/60, 2006 р., бюл. №12).

Недоліки:

1. Апаратурна складність.
2. Вузька область застосування через наявність електричних, а не оптичних входів та виходів.
3. Неповна відповідність функціонуванню реальних нейронів.
4. Вузькі функціональні можливості через нездатність сприймати імпульсні вхідні сигнали.
5. Необхідність відносно великих для інтегральних схем напруг.



МОДЕЛЬ НЕЙРОНА



- 1 – конденсатор;
- 2 – стабілітрон;
- 3 – резистор;
- 4 – перший фотодіод;
- 5 – другий фотодіод;
- 6 – світловипромінювач;
- 7 – вхід для збуджувальних сигналів моделі нейрона;
- 8 – вхід для гальмівних сигналів моделі нейрона;
- 9 – оптичний вихід моделі;
- 10 – електричний вихід моделі;
- 11 – джерело живлення.

УКРАЇНА (15) UA (11) 76924 (15) U
(51) МПК G06G 7/60 (2006.01)

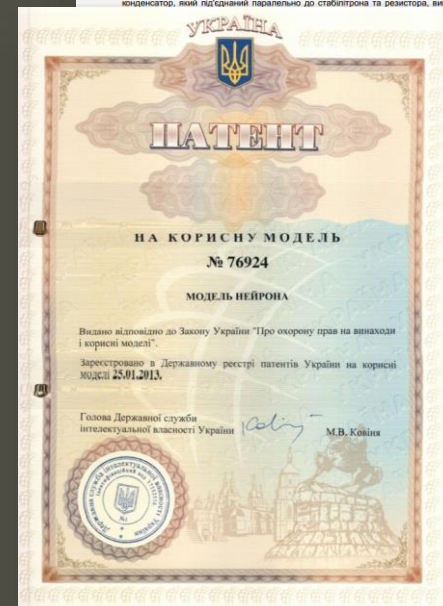
ДЕРЖАВНА СЛУЖБА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 07181	(72) Винахідник(и): Колесницький Олег Костянтинович (UA), Лявченко Юрій Вікторович (UA), Колесницька Ганна Олегівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 13.06.2012	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинною: 25.01.2013	
(24) Дата нагородження моделлю:	
(48) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.01.2013, Бюл.№ 2	

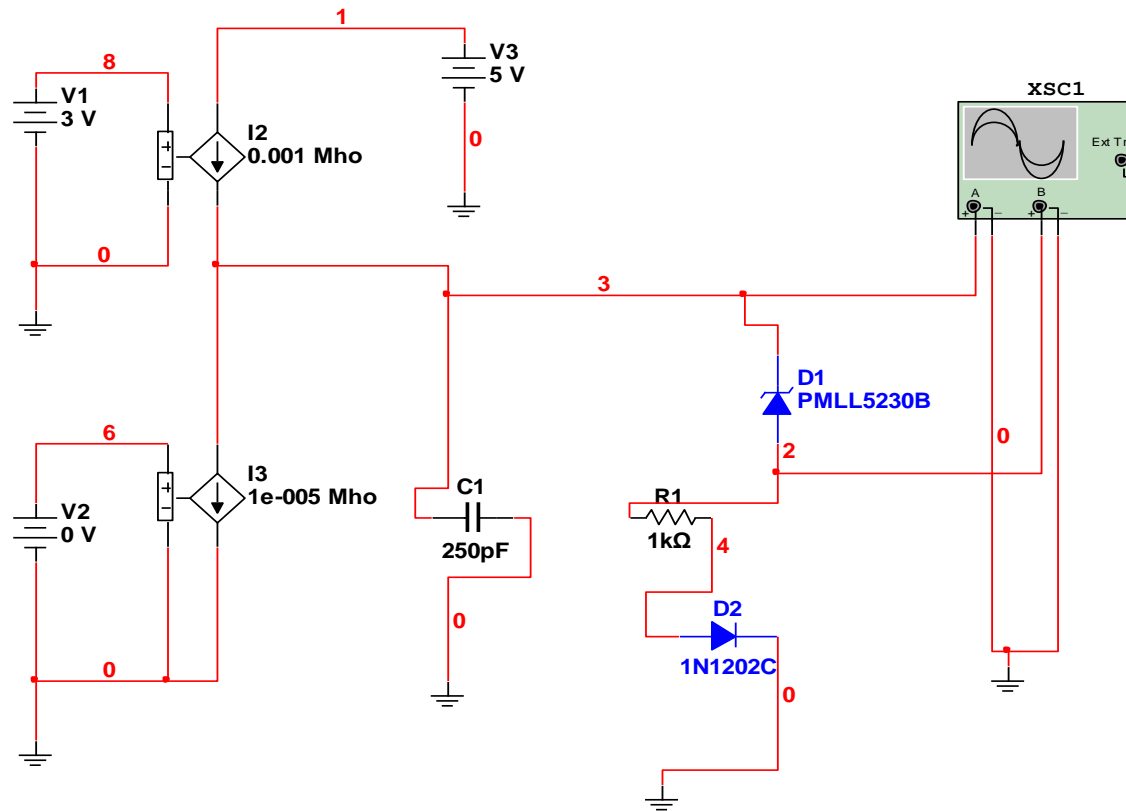
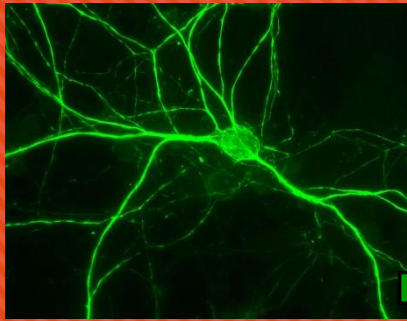
(54) МОДЕЛЬ НЕЙРОНА

(57) Реферат:
Моделю нейрона містить пороговий елемент, виконаний у вигляді стабілітрона, резистор та конденсатор, який під'єднаний паралельно до стабілітрона та резистора, вивід стабілітрона є вихідом моделі.

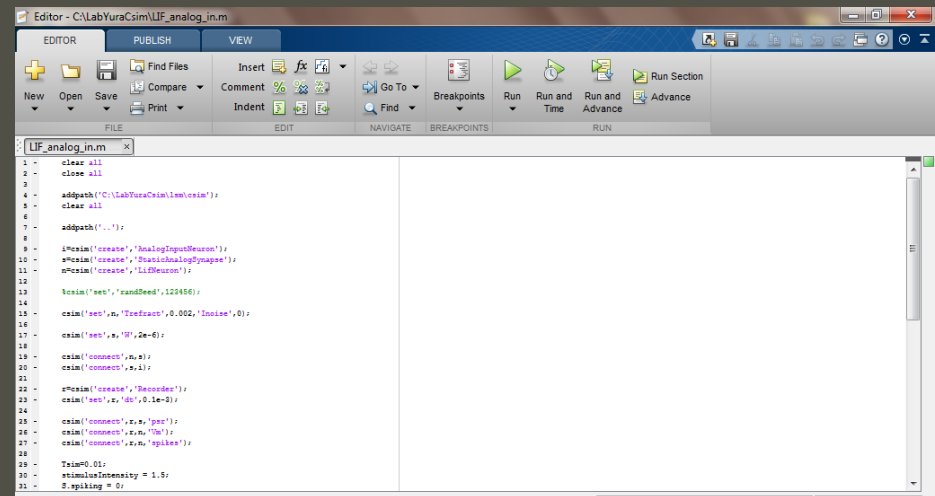
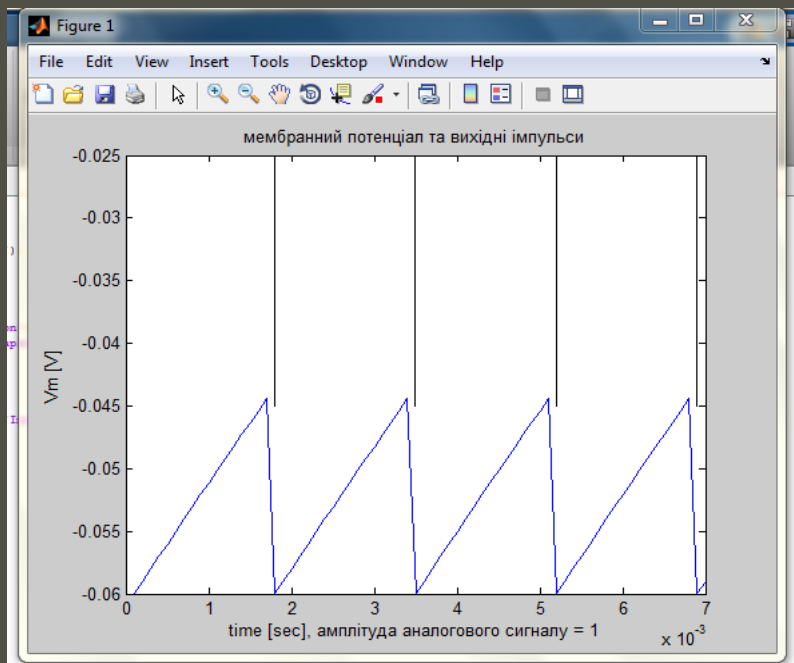
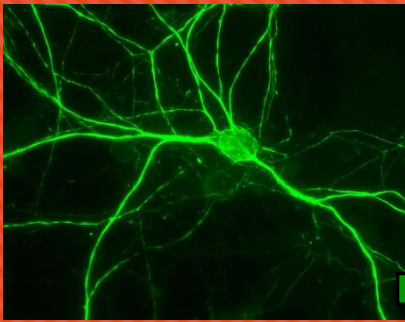


UA 76924 U

МОДЕЛЬ НЕЙРОНУ НА СТАБІЛТРОНІ В СЕРЕДОВИЩІ NI MULTISIM

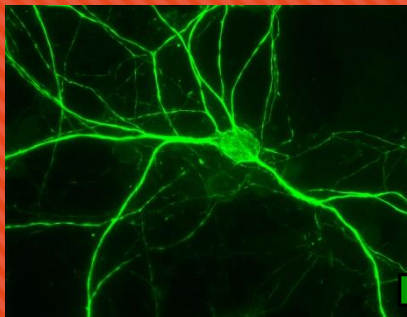


МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ LIF-НЕЙРОНУ В СЕРЕДОВИЩІ CSIM

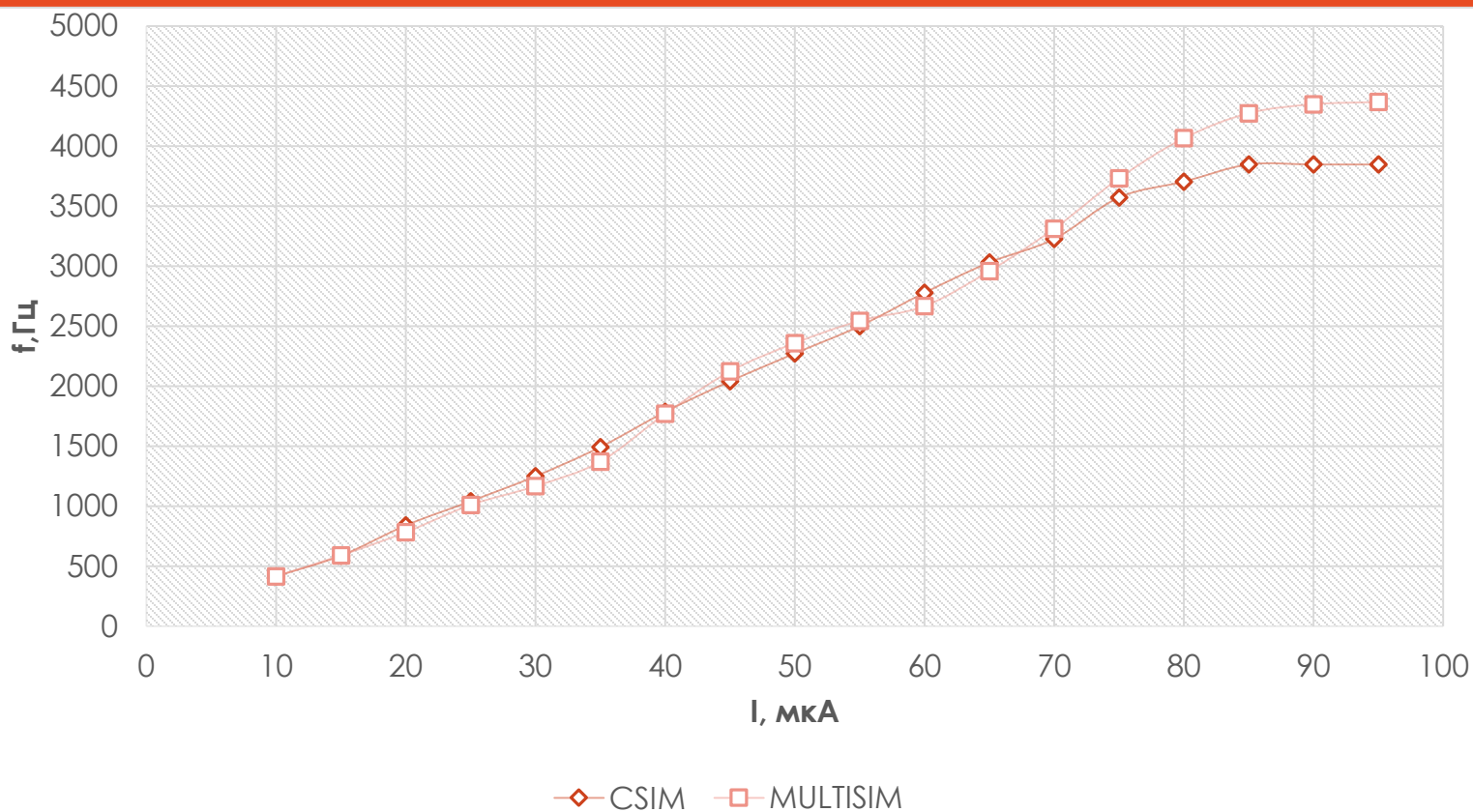


```
Editor - C:\LabYuraCsim\LIF_analog_in.m
EDITOR PUBLISH VIEW
New Open Save Compare Find Files Insert Comment Indent Go To Breakpoints Run Run and Time Run and Advance Run Section
FILE EDIT NAVIGATE BREAKPOINTS RUN
LIF_analog_in.m
1 - clear all
2 - close all
3
4 addpath('C:\LabYuraCsim\Low\csim');
5 clear all
6
7 addpath('.');
8
9 %csim('csim', 'AnalogInputNeuron');
10 %csim('csim', 'SynchroAnalogMappe');
11 %csim('csim', 'LIFNeuron');
12
13 %csim('csim', 'randSeed', 123456);
14
15 csim('csim', 'LIFNeuron', 0.002, 'Inoise', 0);
16
17 csim('csim', 's', '0', 2e-6);
18
19 csim('connect', s, s);
20 csim('connect', s, s);
21
22 %csim('csim', 'Decoder');
23 csim('csim', 's', '0', 0.1e-3);
24
25 csim('connect', s, s, 'gsr');
26 csim('connect', s, s, 'fb');
27 csim('connect', s, s, 'spikes');
28
29 Tsim=0.01;
30 stimulusIntensity = 1.5;
31 %spiking = 0;
```

Нейронний елемент в середовищі MatLab (CSIM)

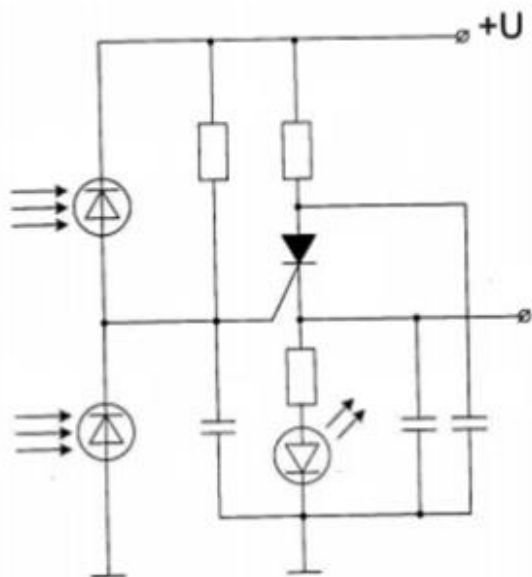
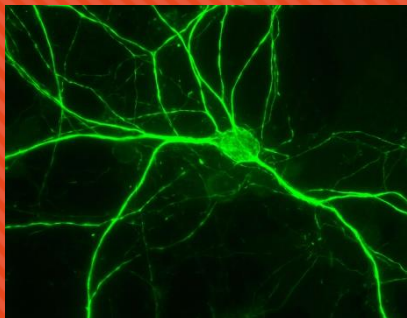


ГРАФІК ЗАЛЕЖНОСТІ ПЕРЕДАТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК



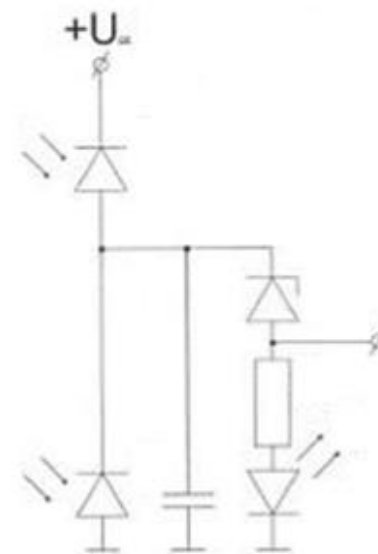
ДОСЯГНЕННЯ МЕТИ

Мета дослідження – спрощення схмотехнічної реалізації імпульсного нейрону



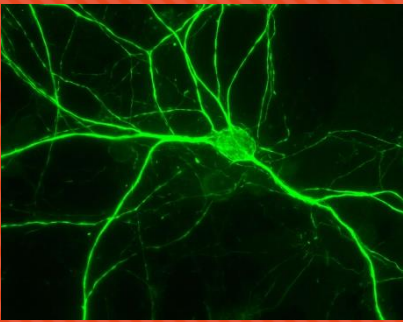
КІЛЬКІСТЬ
ЕЛЕМЕНТІВ

10 | 6



Пристрій для моделювання нейрона (патент України №55921, м.кл. G06G 7/00, 2009 р., бюл. №24).

Пристрій для моделювання нейрона (патент України №76924, МПК G06 G7/60, 2013 р., бюл. №2).



ДОСЯГНЕННЯ МЕТИ

Мета дослідження – доведення адекватності схемотехнічної реалізації математичній моделі LIF-нейрону.

Дані визначення середнього відносного відхилення

I, мкА	y_{ms}	y_{cs}	$ y_{ms}-y_{cs} $	$ y_{ms}-y_{cs} / y_{cs}$	0,93
10	416.7	416.7	0.000	0	
15	588.2	590.7	2.5	0.0042	
20	840.3	783.7	56.6	0.0722	
25	1041.7	1011.1	30.6	0.0303	
30	1250.0	1166.9	83.1	0.0712	
35	1492.5	1371.7	120.8	0.0880	
40	1785.7	1769.9	15.8	0.0089	
45	2040.8	2123.1	82.3	0.0388	
50	2272.7	2358.5	85.8	0.0364	
55	2500.0	2544.5	44.5	0.0175	
60	2777.8	2666.7	111.1	0.0417	
65	3030.3	2958.6	71.7	0.0242	
70	3225.8	3311.3	85.5	0.0258	
75	3571.4	3731.3	159.9	0.0429	
80	3703.7	4065.0	361.3	0.0889	
85	3846.2	4273.5	427.3	0.0999	
90	3846.2	4347.8	501.6	0.1154	
95	3846.2	4366.8	520.6	0.1192	

Середнє відносне відхилення:

$$b = \sum \frac{|(y_{ms} - y_{cs})|}{y_{cs}} \cdot \frac{1}{N} \cdot 100\%,$$

b – середнє відносне відхилення;
 y_{ms} – значення моделі з середовища MULTISIM;
 y_{cs} – значення математичної моделі з середовища CSIM;
 N – кількість значень вимірювань.

$$b = 0,93 \cdot \frac{1}{18} \cdot 100 = 5,17\%$$



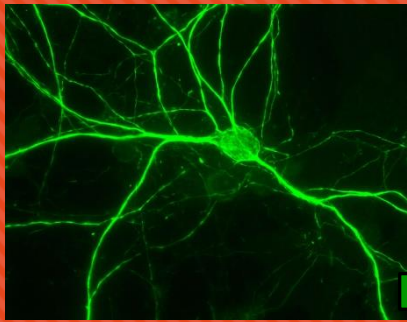
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У ході виконання економічної частини магістерської кваліфікаційної роботи на основі розрахунків було доведено потенційну прибутковість дослідження та впровадження результатів, оскільки експлуатаційні витрати –

8321,82 грн. – не перевищують комерційний ефект від впровадження розробки, який за три роки складе

24624,6 грн., абсолютна ефективність вкладених інвестицій є позитивним числом, термін окупності складає

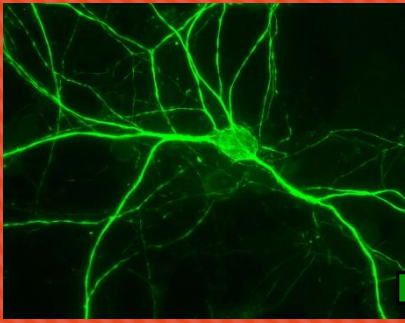
4,5 роки.



ВИСНОВКИ

З аналізу передатних характеристик з'ясовано, що вони збігаються майже на **95%**, тобто можна зробити висновок, що запропоновану та промодельовану в середовищі розробки NI Multisim схему нейрона на стабілітроні можна використовувати для побудови нейронних мереж, тому що дана схема з великим ступенем достовірності відповідає результатам комп'ютерного моделювання математичної LIF-моделі нейрона, що й підтверджує її теоретичну придатність.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ





Результати магістерської кваліфікаційної роботи використано в програмному забезпеченні для інтелектуального аналізу трафіку в комп'ютерних мережах, що розробляються компанією ТОВ Телекомунікаційна компанія «ВІНТЕЛЕПОРТ».

ТОВ Телекомунікаційна компанія «ВІНТЕЛЕПОРТ»

Україна, 21009 м. Вінниця, вул. Київська, 14 «Б» тел. 0432 55-41-01

12 жовтня 2015 року

Довідка дана студенту Вінницького національного технічного університету групи ІКН-14мі Левченку Юрію Вікторовичу в тому, що результати магістерської кваліфікаційної роботи «Моделювання роботи імпульсного нейрона на стабільності» використані в програмному забезпеченні для інтелектуального аналізу трафіку в комп'ютерних мережах, що розробляються компанією ТОВ Телекомунікаційна компанія «ВІНТЕЛЕПОРТ».

  Олександр Григорович
Кулеба

ПУБЛІКАЦІЇ

Тези доповідей на XLII та XLIII та XLIV регіональних науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області.

Тези доповіді на III Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених та студентів “Інтелектуальні технології в системному програмуванні (ІТСП-2014)” / м. Хмельницький.

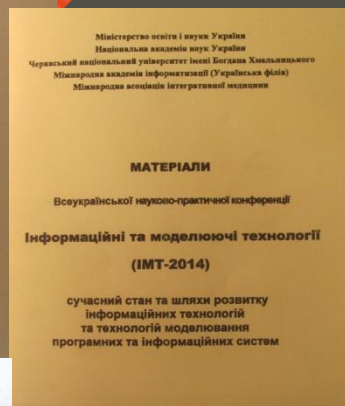
Тези доповіді на Всеукраїнській науково-практичній конференції “Інформаційні та моделюючі технології (ІМТ-2014)” / м. Черкаси.

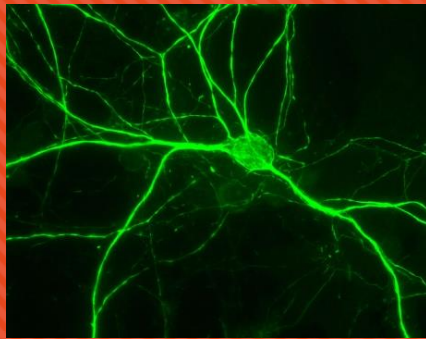
Стаття «Імпульсний нейронний елемент на стабілітроні» / О.К. Колесницький., Ю.В. Левченко // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2015 - №32. – с.42.

Тези доповіді на Міжнародній науково-технічній конференції «Оптоелектронні інформаційні технології ФОТОНІКА-ОДС-2015»: - місто Вінниця (2015 рік).

Тези доповіді на III міжнародній науково-практичній конференції / м. Черкаси, 2015.

Патент 76924 Україна, МПК G 06 G 7/60. Модель нейрона / О. К. Колесницький, Ю. В. Левченко, Г. О. Колесницька; Бюл.№2.





ДЯКУЮ ЗА УВАГУ

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Моделювання роботи імпульсного
нейрона на стабілітроні

ВІННИЦЯ
2015