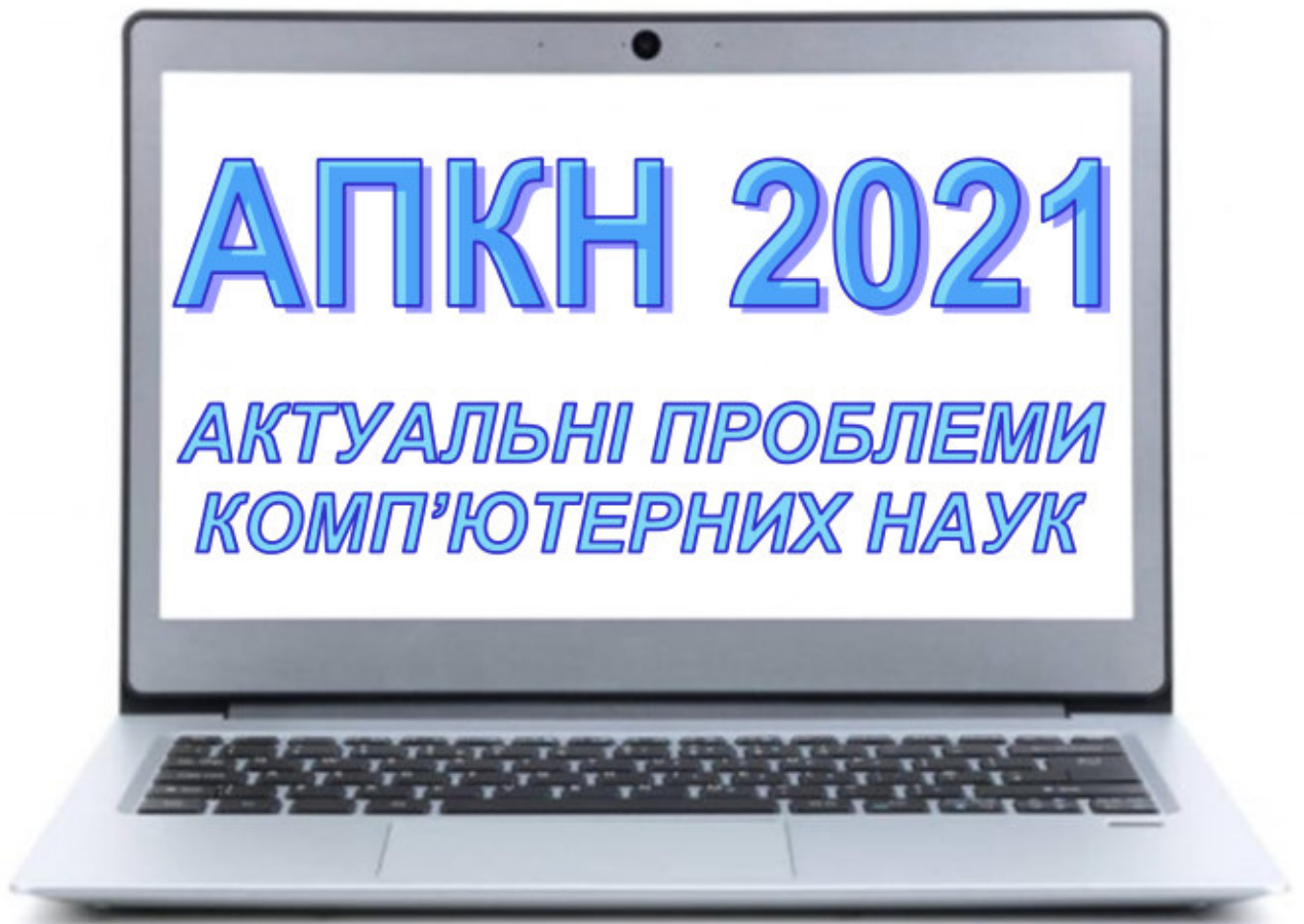


Міністерство освіти і науки України  
Хмельницький національний університет



**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
за матеріалами XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції  
«Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021»

*15-16 жовтня 2021*

Хмельницький 2021

УДК 004:37:001:62

Збірник наукових праць за матеріалами XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021». Хмельницький – 2021. – 413с.

У збірнику наукових праць подані перспективні практичні розробки аспірантів, студентів та здобувачів в області сучасних інформаційних технологій. Розглянуто актуальні проблеми комп'ютерних наук, комп'ютерної інженерії, прикладної математики й інженерії програмного забезпечення, приведено ряд робіт по впровадженню інформаційних технологій у виробництво та управління. Висвітлено перспективні розробки сучасних систем пошуку, обробки й захисту інформації, медійних та комунікаційних системи.

УДК 004:37:001:62

Матеріали конференції відтворені з авторських оригіналів. При макетуванні можливі незначні зміни компоновки контенту авторських оригіналів.

Участь у конференції та складові всіх її етапів (розгляд праць, макетування, публікація збірника наукових праць та видача сертифікатів) є безкоштовними для всіх учасників. Оргкомітет конференції висловлює подяку учасникам конференції та сподівається на подальшу співпрацю.

З питань проведення конференції та подальшого обміну інформацією звертатись на e-mail конференції: [apkt.khnu@gmail.com](mailto:apkt.khnu@gmail.com)

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК - 2021**

*XIII Всеукраїнська науково-практична конференція*

Метою конференції є висвітлення актуальних проблем комп'ютерних наук, інформатики та інформаційних технологій.

**СЕКЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЇ:**

1. Комп'ютерні науки та прикладні інформаційні технології.
2. Комп'ютерна інженерія та системи захисту інформації.
3. Математичне моделювання та інженерія програмного забезпечення
4. Телерадіокомунікації, медійні та комунікаційні системи.
5. Проблеми впровадження інформаційних технологій у виробництво та управління.

Робочі мови конференції: українська, англійська

**ОРГКОМІТЕТ:**

**СИНЮК О. М.** голова оргкомітету, проректор Хмельницького національного університету з наукової роботи, доктор технічних наук, професор

**САВЕНКО О. С.** заступник голови оргкомітету, декан факультету Інформаційних технологій ХНУ, доктор технічних наук, професор

**БАРМАК О. В.** заступник голови оргкомітету, завідувач кафедри Комп'ютерних наук ХНУ, доктор технічних наук, професор

**ГОВОРУЩЕНКО Т. О.** завідувач кафедри Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем ХНУ, доктор технічних наук, професор

**ВИСОЦЬКА О. В.** доктор технічних наук, завідувач кафедри Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», професор

**ЛАВРОВ Є. А.** доктор технічних наук, професор (Сумський державний університет)

**ТІМОФЄЄВА Л. В.** відповідальна за студентську науково-дослідну роботу ХНУ

**МАЗУРЕЦЬ О. В.** секретар конференції, к.т.н., доцент кафедри Комп'ютерних наук ХНУ

**МОЛЧАНОВА М. О.** секретар конференції, викладач кафедри Комп'ютерних наук ХНУ

**КОНТАКТНА ІНФОРМАЦІЯ:**

e-mail для листування: [apkt.khnu@gmail.com](mailto:apkt.khnu@gmail.com)

<b>Кушнір Д. Е.</b> Інформаційні технології для підвищення безпеки автомобільного транспорту .....	146
<b>Ланде Д. В., Назорний Д. О., Рибак О. О.</b> Методи і засоби екстрагування і візуалізації концептів із соціальних мереж.....	151
<b>Літвінко І. В., Мартинюк В. В.</b> Інтелектуальний метод і програмно-технічний засіб керування сонячною панеллю.....	153
<b>Михасько Я. Ю., Лисенко С. М.</b> Метод розробки емулятора виявлення кібер-загроз типу «фішинг».....	156
<b>Море В. С., Каишальян А. С.</b> Кластеризація отриманих від мережі приманок даних методом k-середніх .....	159
<b>Немченко К. Ю.</b> Розробка інформаційної системи керування замовленнями фотоцентру .....	163
<b>Носуля Є. О., Нечволода Л. В.</b> Розробка експертної системи для оцінювання фізичного стану хатніх тварин .....	168
<b>Онїщенко Д. П., Подорожняк А. О.</b> Дослідження системи розпізнавання автономерів.....	172
<b>Пазич А. Ю., Морозов А. В.</b> Дослідження згорткової нейронної мережі для розпізнавання рукописних цифр..	176
<b>Палажченко Є. В.</b> Інформаційна технологія слайсингу для будівельного 3D принтеру.....	180
<b>Пекач О. Ю., Пивовар О. С., Таранчук А. А.</b> Оптимізація топології елементів друкованих плат високошвидкісних інтерфейсів .....	183
<b>Петрушак В. С.</b> Вимірювання частоти періодичного сигналу за допомогою методу коінциденції.	186
<b>Рей К. С., Ковтонюк І. П., Грищук І. І.</b> Дослідження методів керування ресурсами кіберфізичної системи «Розумний будинок» .....	191
<b>Русин В. Б., Іванічик Б. О.</b> Програмний комплекс для маскуванню інформації хаотичною системою на основі LabView.....	194

УДК 623.519

Пекач О. Ю., Пивовар О. С., Таранчук А. А.

*Хмельницький національний університет*

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ТОПОЛОГІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ**

*Розглянуто можливості застосування топологічних моделей плавних спряжень мікросмушкових ліній передачі друкованих плат для проведення імітаційного аналізу роботи мультигігабітних інтерфейсів з метою покращення цілісності передачі цифрових сигналів.*

*Possibilities of application of topological models of smooth conjugations of microstrip transmission lines on printed circuit boards for carrying out the simulation analysis of the work of multigigabit interfaces for the purpose of improvement of signal integrity are considered.*

Найбільш відповідальним етапом під час конструювання сучасної високопродуктивної телекомунікаційної техніки є етап розробки та моделювання багат шарових друкованих плат завдяки тому, що в них відбувається складна обробка сигналів, діють найвищі частоти, розміщено найскладніші і найшвидші інтерфейси та застосовується різноманітна компонентна база найвищого ступеню інтеграції [1].

Одним із напрямків удосконалення топології провідників для забезпечення цілісності сигналів є плавні спряження елементів провідного рисунку, що забезпечує оптимальне узгодження хвильових опорів між елементами та забезпечує розподіл механічних навантажень по периметру спряження [1]. Імітаційне моделювання електродинаміки таких спряжень у тривимірних моделях пов'язано із невиправдано високими витратами часу обчислень, а моделювання у 2D САПР, таких як HyperLynx [2] потребує додаткової підготовки вихідних даних через неможливість створення точної моделі плавного переходу внутрішніми засобами побудови моделей.

Метою роботи є створення та дослідження моделі плавного переходу для забезпечення цілісності сигналів мультигігабітних інтерфейсів гнучких друкованих плат.

Відомо [1], що найбільш ефективно виконує завдання плавного переходу експоненційне спряження, для його моделювання запропоновано використати апроксимацію прямокутними ділянками мікросмушкової ліній передачі рівновеликої площі (рисунок 1). За таких умов, концентрація електромагнітної

енергії сигналу в суміжних ділянках однакова, що суттєво зменшить паразитні ефекти [3].

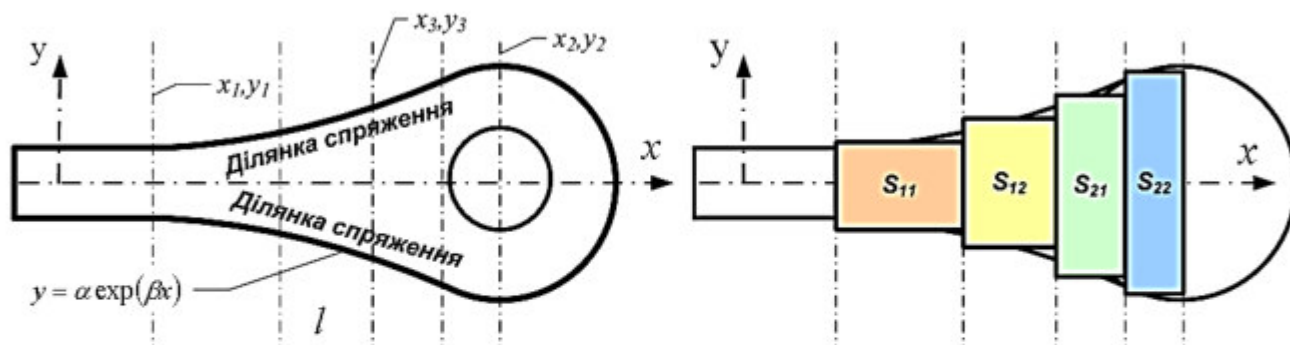


Рисунок 1 – Плавне спряження елементів топології плати

Для визначення кількості ділянок для моделювання експоненційного спряження запропоновано застосувати ітераційну дихотомічну процедуру. Зупинка ітерацій реалізується на базі критерію технологічних допусків виготовлення друкованих плат, а результатом є кількість та геометрія окремих ділянок. Модель спряження описується як:

$$\begin{cases} y_2 = \alpha \exp(\beta x_2) \\ y_1 = \alpha \exp(\beta x_1) \end{cases}; \beta = \frac{\ln(y_2/y_1)}{l}; \alpha = \frac{y_1 - y_2}{\exp\{\beta x_1\} - \exp\{\beta x_2\}}; \quad (1)$$

$$S_0 = \int_{x_1}^{x_2} \alpha \exp\{\beta x\} dx = \frac{\alpha}{\beta} [\exp\{\beta x_2\} - \exp\{\beta x_1\}].$$

На першому кроці ітерації (рисунок 1) знаходиться координата  $x_3$ , що формує рівновеликі площі із рівняння:

$$\frac{S_0}{2} = \int_{x_1}^{x_3} \alpha \exp\{\beta x\} dx; \quad x_3 = \frac{\ln[S_0/2 + \exp\{\beta x_1\}]}{\beta}; \quad y_3 = \alpha \exp\{\beta x_3\}, \quad (2)$$

Із (1) та (2) отримуємо геометрію ділянок:

$$l_1 = x_3 - x_1; l_2 = x_2 - x_3; \quad w_1 = S_0/l_1; \quad w_2 = S_0/l_2. \quad (3)$$

Надалі ітерації продовжуються до порівняння отриманих ділянок із технологічними допусками. Процедура апроксимації (1)-(3) легко алгоритмізується, а результат може бути переданий в програму 2D симуляції ліній зв'язку (рисунок 2).

Порівняння ефективності застосування запропонованої моделі плавного спряження проводилось на базі імітаційного аналізу одночасно двох схем передачі однакової довжини, де відмінності полягали тільки у додаткових ділянках лінії, що апроксимують плавне спряження. Умови передачі сигналів та драйвери обирались

близькими до типових показників мультигігабітного інтерфейсу PCI-Express, а критерії якості аналізувались на основі використання ОКО-діаграм (ширини та висоти ОКО-діаграми) [2] на базі тестових стимулів у вигляді М-последовностей [3].

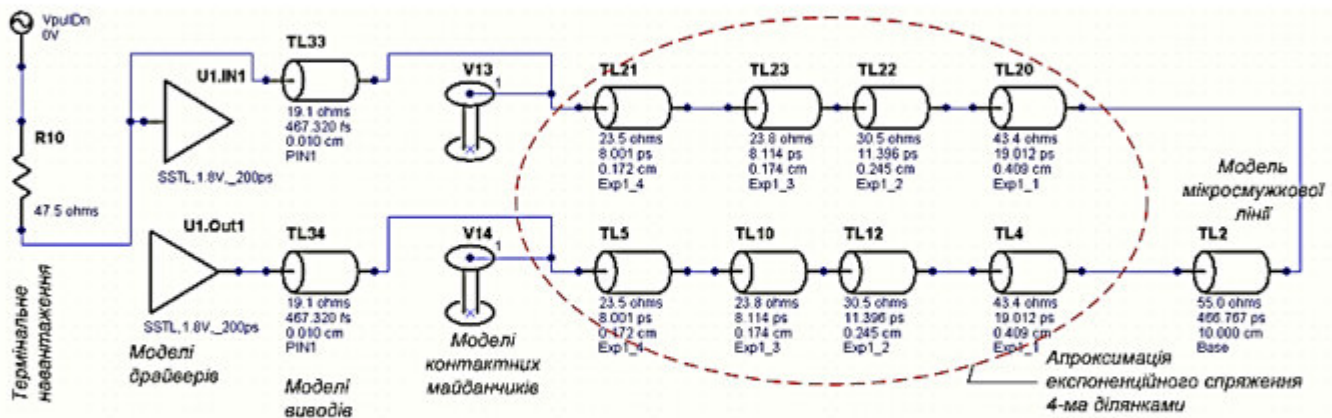


Рисунок 2 – Модель плавного спряження у САІР HyperLynx

Результати моделювання підтвердили адекватність моделі експоненційного спряження і показали ефективність використання експоненційних спряжень для мультигігабітних ліній передачі в аспекті розкриття око-діаграми за площею до 3..5 відсотків, при цьому наявність експоненційного спряження більше впливає на висоту око-діаграми (до 10%) ніж на ширину (1%), що відповідає поліпшенню частотних властивостей мікросмушкової лінії передачі особливо на частотах більше 1ГГц та фронтів цифрового сигналу менше за 100пс.

### Перелік посилань

1. Джонсон Говрад В., Высокоскоростная передача цифровых данных: высший курс черной магии.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом “Вильямс”, 2005. — 1024 с.
2. Голевич О.Б. Моделювання випромінювання плат із вбудованими компонентами для передачі широкосмугових хаотичних сигналів/ О.Б. Голевич, О.С. Пивовар // Вісник хмельницького національного університету. Технічні науки. - 2015. - №1 – С.213-216.
3. Кравець С.С. Аналіз впливу міжшарових перетинків друкованих плат на інтегральну цілісність сигналів високошвидкісних інтерфейсів/ С.С.Кравець, О.С. Пивовар // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 2009. - №2 – С.174-179.



# **АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК 2021**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

*Комп'ютерна верстка: Мазурець О.В.*

Підписано до друку 14.10.2021.

Версія друку «APKN-2021 CorpusPaper v4mod3».

E-mail: [apkt.khnu@gmail.com](mailto:apkt.khnu@gmail.com)

ХНУ. м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11.