

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІЙ
ІНЖЕНЕРІЇ**

**МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ
(зимовий форум)**

Одеса, Україна, 14 листопада 2025 р.

**Одеса
2025**

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
INTERNATIONAL UNIVERSITY**

**International Conference “Advanced Technology in
Information and Communication Engineering”
(ATICE’2025)**

Odesa, Ukraine, November 14, 2025

**Conference Proceedings
(winter forum)**

**Odesa
2025**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Міжнародна конференція «Передові технології
в інформаційно-комунікаційній інженерії»
(ПТІКІ'2025)**

Одеса, Україна, 14 листопада 2025 р.

**Матеріали конференції
(зимовий форум)**

**Одеса
2025**

International Conference “Advanced Technology in Information and Communication Engineering” (ATICE'2025): Conference Proceedings (winter forum). Odesa : International university, 2025, 101 p.

DOI:

Міжнародна конференція «Передові технології в інформаційно-комунікаційній інженерії» (ATICE'2025): Матеріали конференції (зимовий форум). Одеса : Міжнародний університет, 2025, 101 с.

Збірка містить праці Міжнародної конференції з інформаційних систем, технологій захисту інформації, використання сучасних інформаційних технологій в управлінні системами за різними галузями народного господарства.

Матеріали публікуються в авторській редакції.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова

КІВАЛОВ С.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

Співголови

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

Члени організаційного комітету

БЕРКМАН Л.Н. – д.т.н., проф., Державний університет телекомунікацій, м.Київ, Україна.

КЛИМАШ М.М. – д.т.н., проф., Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів, Україна.

ЛЕМЕШКО А. В. – д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна.

РОЗЕНВАССЕР Д.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

РИХЛІК А. – к.т.н., Лодзький технічний університет, м.Лодзь, Польща

СЕМЕНКО А.І. – д.т.н., проф., Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

СІМЕНС Е. – д.т.н., проф., Анхальтський університет прикладних наук, м.Кетен, Німеччина.

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СУНДУЧКОВ К.С. – д.т.н., проф., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна.

РЕДАКЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

РОЗЕНВАССЕР Д.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

КОМІТЕТ МІЖНАРОДНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

ГЛОБА Л. С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
ГРИГОР'ЄВА Т.І. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

ТЕХНІЧНО-ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.
ГЛОБА Л.С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

СЕКЦІЇ

СЕКЦІЯ 1. ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
ГЛОБА Л.С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.
ГРИГОР'ЄВА Т.І. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 2. КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

МИРОШНИК М.А. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
РУСУ О.П. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 3. КІБЕРБЕЗПЕКА ТА ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ

ЛУНТОВСЬКИЙ А.О. – д.т.н., проф., Державна академія Саксонії «Беруфсакадемія», м. Дрезден, Німеччина.
ЙОНА Л.Г. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, Одеса, Україна.
МАНЬКО Д.Г. – д.ю.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОННІ КОМУНІКАЦІЇ ТА РАДІОТЕХНІКА

УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.
ЛЕМЕШКО А.В. – д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна.
ПЕДЯШ В.В. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 5. ІНФОРМАТИКА ТА ПРОГРАМУВАННЯ В ОСВІТІ

КУЧАЙ О.В. - д.п.н., проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України.
ЖИГУЛІН О.А. – д.е.н., проф., Міжнародний університет, Одеса, Україна
ГОРБАЧОВ В.Е. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

Ковальчук Д.А. Соціальна інженерія як складова гібридних кібероперацій: сучасні тенденції та виклики безпеки.....	72
Григор'єва Т.І., Мельник В.В. Аналіз методів оптимізації безпеки баз даних.....	75

СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОННІ КОМУНІКАЦІЇ ТА РАДІОТЕХНІКА

Стрелковська І.В., Золотухін Р.В., Стрелковська Ю.О. Методика прогнозування кількості абонентів автоматизованої системи управління в низькошвидкісних радіомережах зв'язку..	79
Гінжол В.М., Русу О.П. Шляхи оптимізації масогабаритних показників перетворювачів електричної енергії телекомунікаційного обладнання	83
Грищенко А.О., Педяш В.В. Автоматизоване конфігурування мереж із використанням відкритих програмних засобів	85
Вакарчук А.О., Прядка С.А. Вплив інтерференції на роботу бездротових мереж у щільних міських середовищах	90
Вакарчук А.О., Димов М.В. Дослідження інтелектуальних антенних решіток для адаптивного управління променем у мобільних мережах 5G/6G	93
Вакарчук А.О., Рушчін В.С. Створення системи “Розумний паркінг” з використанням датчиків руху та WI- FI/LORAWAN	95

СЕКЦІЯ 5. ІНФОРМАТИКА ТА ПРОГРАМУВАННЯ В ОСВІТІ

Бельдюгіна С.С. Адаптивне навчання в курсі інформатики та програмування.....	98
--	----

СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОННІ КОМУНІКАЦІЇ ТА РАДІОТЕХНІКА

УДК 621.391

*Стрелковська І.В., д.т.н., професор,
декан факультету кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук
Міжнародний університет, Одеса, Україна
i.strelkovskaya@mgu.edu.ua*

*Золотухін Р.В., начальник департаменту програмування
ТОВ «Телекарт-Прилад», Одеса, Україна
zolutukhinrv@gmail.com*

*Стрелковська Ю.О., кандидат юридичних наук, доцент
Ворзінг коледжу, Сандітон Вей, Ворзінг, BN14 9FD, Велика Британія.*

МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ АБОНЕНТІВ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ В НИЗЬКОШВИДКІСНИХ РАДІОМЕРЕЖАХ ЗВ'ЯЗКУ

Анотація. У роботі представлено підхід до прогнозування кількості абонентів автоматизованої системи управління, що функціонує в умовах низькошвидкісних радіомереж зв'язку. Запропоновано методику визначення граничної кількості користувачів системи на основі аналізу ймовірності обслуговування, отриманої шляхом імітаційного моделювання. Розроблене програмне забезпечення дозволяє змінювати кількість абонентів, оцінювати пропускну здатність, втрати в радіоканалі та поведінку буфера радіостанції. Результати моделювання дозволяють визначати межу стабільної роботи системи та зменшити ймовірність відмови в обслуговуванні.

Ключові слова: прогнозування, імітаційне моделювання, АСУ, JDSS, ADatP-36, ймовірність обслуговування, низькошвидкісні радіомережі.

Автоматизовані системи управління (АСУ), що функціонують у низькошвидкісних радіомережах зв'язку, є важливим компонентом сучасних інформаційно-комунікаційних інфраструктур. У таких мережах застосовуються протоколи JDSS стандарту STANAG 4677 та ADatP-36, розроблені для роботи в умовах обмеженої пропускну здатності, великої затримки та нестабільності сигналу [1, 2]. Планування кількості абонентів в таких системах є критичним завданням, оскільки перевищення пропускну здатності призводить до зростання втрат пакетів, переповнення буфера і, як наслідок, зниження ймовірності обслуговування. У сучасних АСУ, що функціонують на базі низькошвидкісних радіомереж зв'язку, важливим чинником підвищення ефективності є здатність точно прогнозувати кількість активних абонентів. Це дозволяє оптимізувати розподіл пропускну здатності, визначати допустимі режими навантаження та забезпечувати необхідну якість обслуговування (QoS).

Метою роботи є розробка методики прогнозування кількості абонентів автоматизованої системи управління в низькошвидкісних радіомережах зв'язку шляхом імітаційного моделювання процесів обміну даними та визначення граничної ймовірності обслуговування.

АСУ побудовані на базі низькошвидкісних радіомережах зв'язку є важливою складовою сучасних військових, промислових та транспортних комплексів. Ці системи забезпечують оперативну взаємодію між підсистемами управління, передачу телеметричної інформації, команд і звітів у реальному часі. Особливістю таких систем є робота в умовах обмежених радіоресурсів, змінних характеристик каналу передачі даних, наявності перешкод та високих вимог до надійності зв'язку.

У радіомережах АСУ часто застосовуються протоколи JDSS (STANAG 4677) та ADatP-36, які призначені для забезпечення сумісності систем зв'язку в умовах низьких швидкостей передачі. Такі мережі зазвичай мають пропускну здатність до 100 кбіт/с, високий рівень джитеру, втрати даних до 1–5 %, а також значні затримки, що ускладнює планування трафіку [1, 2]. При цьому навіть незначне перевищення навантаження може призвести до деградації системи, втрати даних і зниження ймовірності обслуговування.

Проблема прогнозування кількості абонентів, які можуть одночасно обслуговуватися системою без втрати якості зв'язку, є надзвичайно актуальною. Вона поєднує аспекти телекомунікаційного моделювання, теорії масового обслуговування, теорії ймовірностей та системного аналізу. Використання імітаційного моделювання в цьому контексті дозволяє не лише теоретично оцінити параметри роботи мережі, але й перевірити їх на практиці з використанням реалістичних даних трафіку, які відповідають розподілу Вейбула [3].

Методика дослідження базується на застосуванні імітаційного моделювання процесів обміну даними між абонентами АСУ, що функціонують у радіомережах з обмеженою пропускну здатністю. Основу моделі становить програмне забезпечення, що було розроблено на основі [3, 4, 5], яке дозволяє відтворювати характер трафіку протоколів JDSS і ADatP-36, а також оцінювати ключові параметри якості обслуговування (QoS) — середню затримку, пропускну здатність, ймовірність втрат та коефіцієнт обслуговування.

Модель складається з трьох основних компонентів:

1. Генератор трафіку, який створює випадкові інтервали між вимогами на обслуговування згідно з розподілом Вейбула з параметрами $k \approx 0.43$, $\lambda \approx 0.34$, що були експериментально підтверджені у роботах [1].
2. Механізм буферизації, реалізований за алгоритмом FIFO (first in – first out), який враховує максимальний розмір черги та час перебування пакету у буфері.
3. Модуль статистичного аналізу, який підраховує кількість обслугованих і втрачених пакетів, обчислює середню пропускну здатність і ймовірність обслуговування за формулою [3]:

$$P_{\text{обс}} = \frac{N_{\text{обс}}}{N_{\text{обс}} + N_{\text{втр}}},$$

де $P_{\text{обс}}$ – ймовірність обслуговування;

$N_{\text{обс}}$ – кількість обслугованих пакетів;

$N_{\text{втр}}$ – кількість втрачених пакетів.

У межах експерименту кількість абонентів системи поступово збільшується до досягнення граничного стану — коли $P_{\text{обс}}$ зменшується нижче допустимого порогу. Це дозволяє визначити максимальну кількість абонентів, які можуть стабільно функціонувати в мережі без зменшення якості обслуговування.

Для проведення дослідження використаємо наступні вихідні дані:

- пропускна здатність 97 кбіт/с у режимі *Fixed Frequency*,
- ймовірність втрат у каналі — 2 %;
- максимальний розмір буфера — 50 кБайт
- час очікування пакету в буфері— 4 с;
- допустимий поріг ймовірності обслуговування - 0,8;
- кількість згенерованих пакетів в одній імітації - 100000.

Змінюючи кількість користувачів у межах від 5 до 15, проводиться серія моделювань для визначення залежності між кількістю абонентів, середньою пропускною здатністю та ймовірністю обслуговування, результати зведено в табл. 1.

Приклад роботи моделювання при генерації 100000 пакетів показано на рис. 1. Червона лінія на графіку – це максимальна полоса пропускання, яка задана користувачем, синій графік – це згенерований трафік для 10 сервісів STANAG 4677 та AdatP-36, фіолетовий графік – це трафік, що передається по радіоканалу з урахування буферизації і максимальної полоси пропускання.

Таблиця 1 – Результати проведення моделювання трафіку JDSS та AdatP-36

Кількість сервісів JDSS та AdatP-36	Середня полоса пропускання, кбіт/с	Кількість втрачених в радіоканалі пакетів	Кількість втрачених пакетів через переповнення буферу	Кількість втрачених пакетів через надмірне знаходження пакетів в буфері	Ймовірність обслуговування, %
5	45,8	1824	0	226	97,95
6	54,7	1683	1	782	97,54
7	66,6	1634	0	2547	95,82
8	74,2	1609	25	4156	94,22
9	83,3	1515	131	7259	91,1
10	90,82	1379	286	10334	88,01
11	101,7	1434	175	20020	78,37
12	110,6	1357	1456	18893	78,3
13	119,4	1239	2719	21737	74,3
14	127,8	1195	3942	24219	70,64
15	140,9	1119	6427	27513	64,95

На основі проведеного імітаційного моделювання з використанням програмної моделі трафіку стандартів STANAG 4677 та AdatP-36 в низькошвидкісних радіомережах отримуємо, що максимально допустима кількість сервісів JDSS та AdatP-36 не повинна перевищувати 10 для режиму роботи радіостанції *Fixed Frequency* і допустимого порогу ймовірності обслуговування 80%.

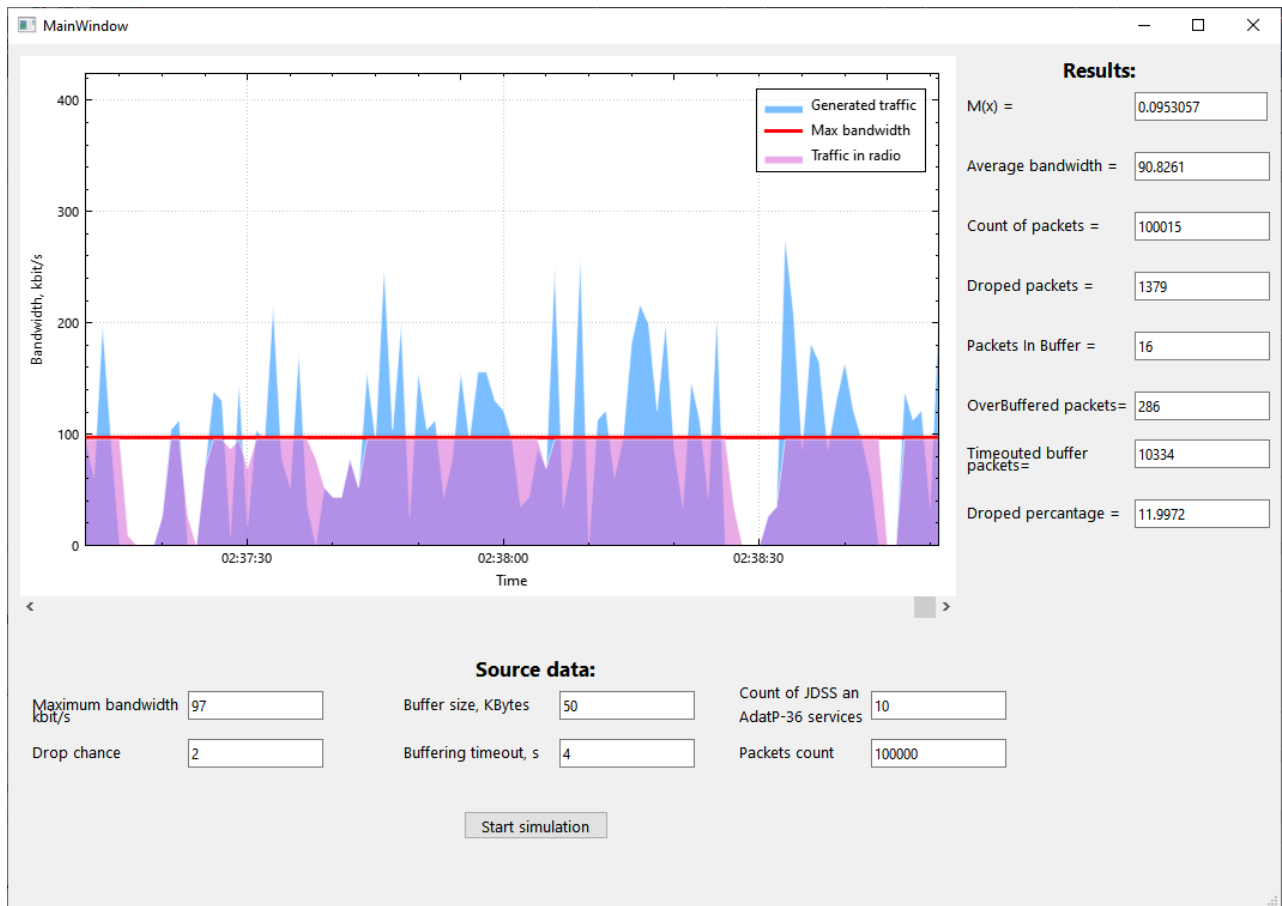


Рисунок 1 – Результати імітаційного моделювання

Висновки

1. Розроблено методику прогнозування кількості абонентів АСУ, що побудовані на базі низькошвидкісних радіомереж зв'язку, на основі імітаційного моделювання трафіку протоколів JDSS і ADatP-36.

2. Створено програмне забезпечення, що дозволяє визначати ймовірність обслуговування системи при зміні кількості користувачів і параметрів радіоканалу: режим роботи, полоса пропускання, ймовірність втрат, розмір буферу.

3. Отримані результати дозволяють визначати граничну кількість абонентів, середню полосу пропускання, кількість втрачених в радіоканалі пакетів, кількість втрачених пакетів через переповнення буферу, кількість втрачених пакетів через надмірне знаходження пакетів в буфері, відсоток втрачених пакетів. для кожного режиму роботи радіостанції.

Література

1. Strelkovskaya I.V. Modeling of telecommunication components of automated control systems in low-bandwidth radio networks / I.V. Strelkovskaya, R.V. Zolotukhin, A.O. Makoganiuk // In: P. Vorobiyenko, M. Ilchenko, I. Strelkovska. Current Trends in Communication and Information Technologies. Lecture Notes in Networks and Systems, 2021,. Springer, Cham, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-76343-5_9, P 150-170.

2. Strelkovskaya I., Zolotukhin R., "Research of low-bandwidth radionetworks QoS parameters" in Information and Telecommunication Sciences, International Research Journal, Volume 11, Number 1(20), January-June 2020, DOI: <https://doi.org/10.20535/2411-2976.12020.77-81.6>.

3. Strelkovskaya, I., Zolotukhin, R. (2025). Simulation Modeling Algorithm of Low-Bandwidth Radio Network of Automated Control Systems. In: Dovgyi, S., Siemens, E., Globa, L.,

Kopiika, O., Stryzhak, O. (eds) Applied Innovations in Information and Communication Technology. ICAIT 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1338. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-89296-7_2, PP 17-33.

4. Стрелковська, І., Золотухін, Р., Григор'єва, Т. (2022). Узагальнена модель оцінки показників функціонування низькошвидкісних мереж зв'язку автоматизованих систем управління. Інфокомунікаційні та комп'ютерні технології, 1(03), 153-168. <https://doi.org/10.36994/2788-5518-2022-01-03-09>.

5. Стрелковська І.В., Золотухін Р.В., Стрелковська Ю.О. Програмна реалізація імітаційного моделювання трафіку стандартів STANAG 4677 та ADATP-36. Третя міжнародна конференція «Передові технології в інформаційно-комунікаційній інженерії» (ПТІКІ'2025), Одеса, 18 липня 2025 р.

УДК 621.314

*Русу Олександр Петрович, к.т.н., доц.
Міжнародний університет
shurusu@ukr.net
Гінжул Владислав Михайлович
здобувач 2 курсу другого (магістерського) рівня
зі спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка
Міжнародний університет*

ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ МАСОГАБАРИТНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

Анотація. У роботі проведено дослідження закономірностей, які визначають масогабаритні показники індуктивних елементів, що застосовуються в імпульсних перетворювачах напруги телекомунікаційного обладнання. Отримано математичні співвідношення, які відображають взаємозв'язок між магнітними параметрами магнітопровода, струмовими навантаженнями та енергетичними характеристиками у межах одного циклу перетворення. Показано, що мінімізація розмірів індуктивних елементів можлива завдяки підвищенню частоти комутації, використанню матеріалів із покращеними магнітними властивостями та удосконаленню теплових умов роботи. Результати дослідження дають змогу визначати допустимі межі габаритів індуктивних компонентів у високочастотних системах живлення телекомунікаційних пристроїв.

У сучасних телекомунікаційних системах перетворення електричної енергії реалізується переважно за допомогою імпульсних перетворювачів, які забезпечують високу ефективність та стабільність роботи. Постійне вдосконалення схемотехніки силової частини спрямоване на зменшення енергетичних втрат і покращення масогабаритних характеристик [1]. Одним із найважливіших завдань у цьому напрямі є оптимізація розмірів індуктивних компонентів, які істотно впливають на загальні параметри вузлів живлення.

Накопичувальний дросель імпульсного перетворювача складається з обмоток провідника, намотаних на магнітопровід, що концентрує магнітне поле та забезпечує зв'язок із зовнішнім електричним колом (рис. 1) [2].