

Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра телекомунікаційних систем та телебачення

ПІДВИЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ 4G ТА 5G

08-34.БДР.004.00.000 ПЗ

Григоров О.Е.

Вінниця ВНТУ – 2021 рік

Мета та постановка задачі. Метою даної бакалаврської дипломної роботи є підвищення пропускної здатності систем стільникового мобільного зв'язку 4G і 5G, що використовують зворотний зв'язок від абонентських станцій для оцінки стану радіоканалу, за допомогою розробки методу прогнозування на основі застосування штучних нейронних мереж.

Задачами бакалаврської дипломної роботи є:

1. Аналіз процесу керування радіоресурсами і методів прогнозування стану радіоканалу;
2. Дослідження продуктивності різних архітектур штучних нейронних мереж для подальшого застосування в якості ядра прогнозуючої структури;
3. Розробка нової прогнозуючої структури з використанням комбінації різних архітектур штучних нейронних мереж для підвищення ефективності боротьби з швидкими завмираннями в радіоканалі;
4. Оцінка ефективності розробленої прогнозуючої структури, в тому числі обчислювальної складності.

Об'єктом дослідження є системи стільникового мобільного зв'язку 4G і 5G з частотним дуплексом, що використовують зворотний зв'язок від абонентських станцій при виборі схеми модуляції і кодування.

Предметом дослідження є методи підвищення ефективності використання механізму зворотного зв'язку в умовах впливу швидких завмирань в радіоканалі.

1 АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ РАДІОРЕСУРСОМ МЕРЕЖ

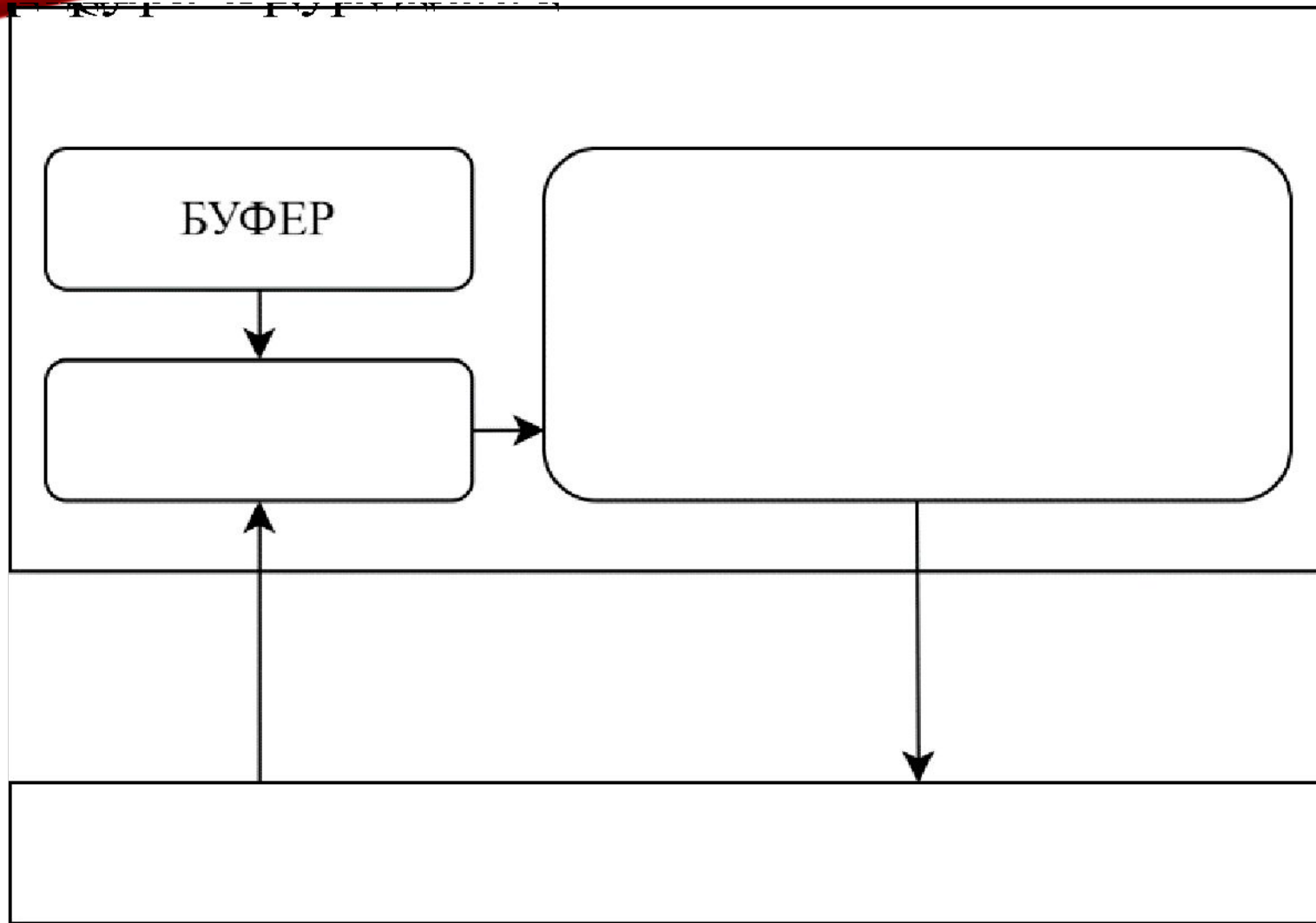
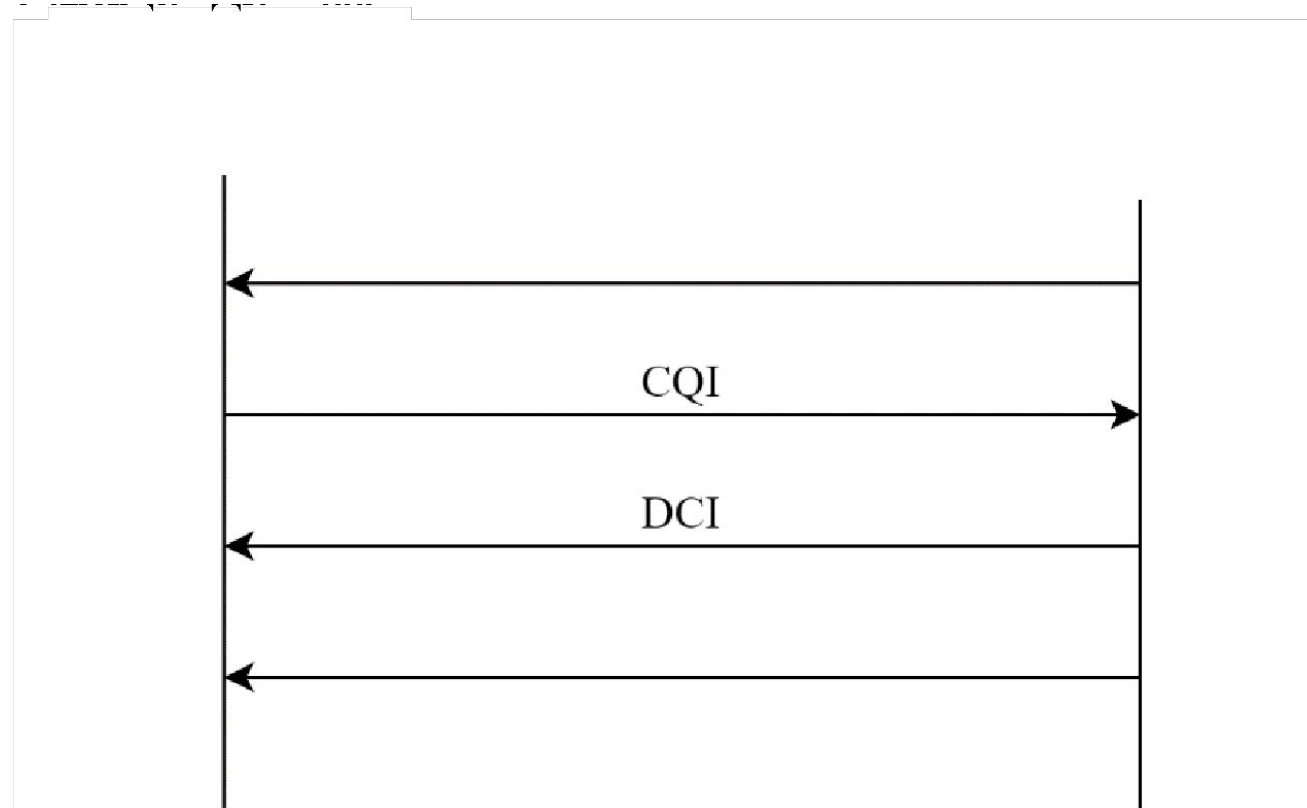


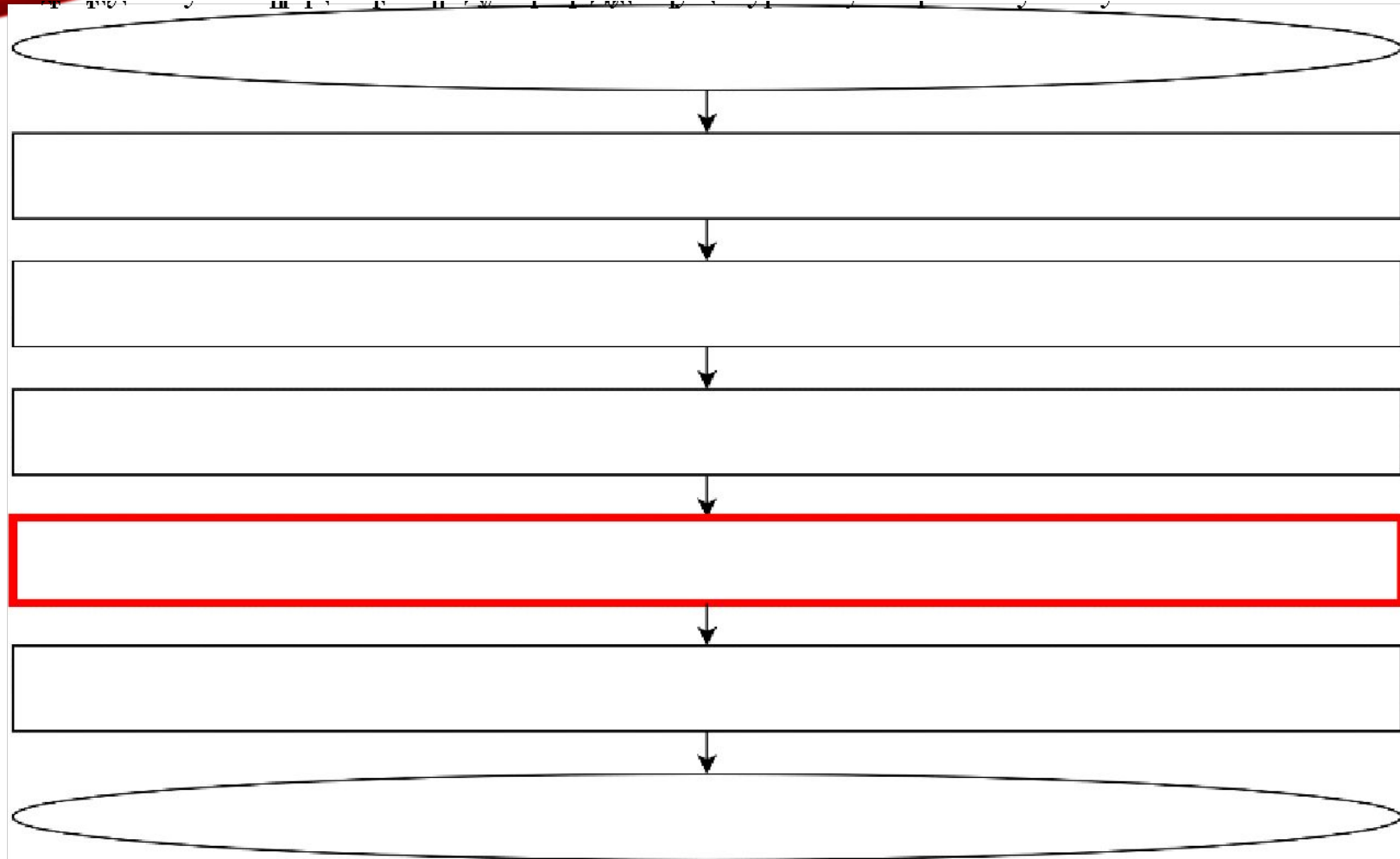
Схема взаємодії базової і абонентської станцій в процесі розподілу радіоресурсів при передачі даних в низхідному напрямку

1 АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ РАДІОРЕСУРСОМ МЕРЕЖ



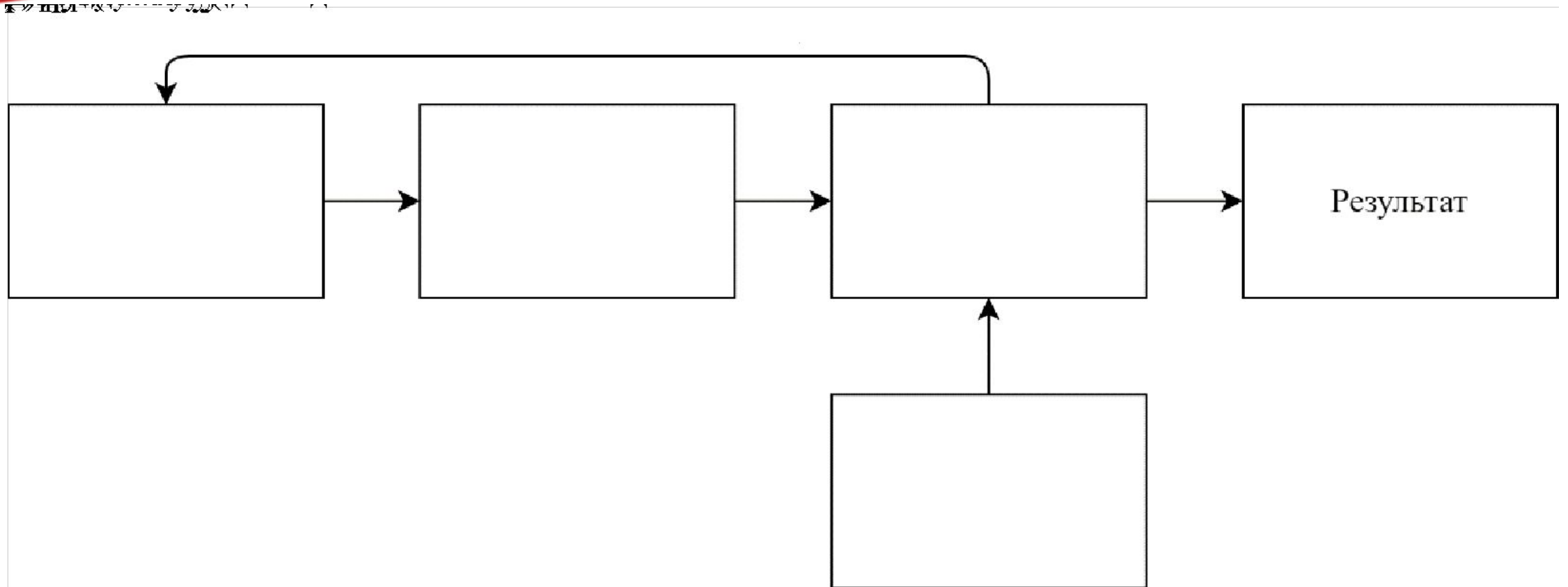
Часова діаграма процесу керування розподілом радіоресурсів при передачі даних в низхідному напрямку

2 МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ



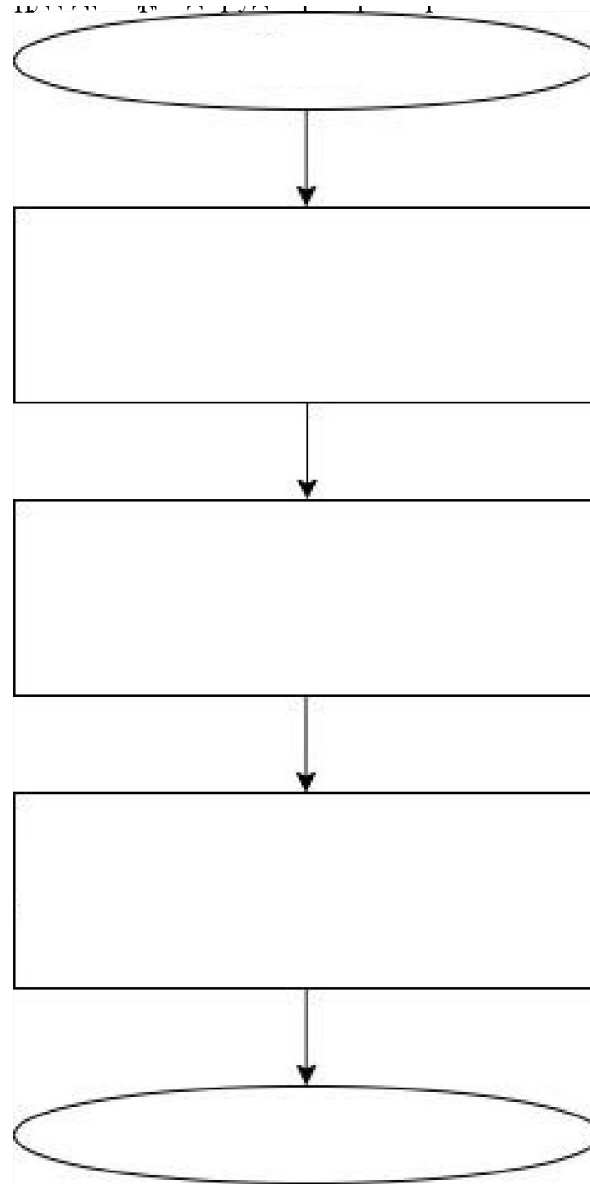
Алгоритм роботи РМНК з ПКО

2 МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ



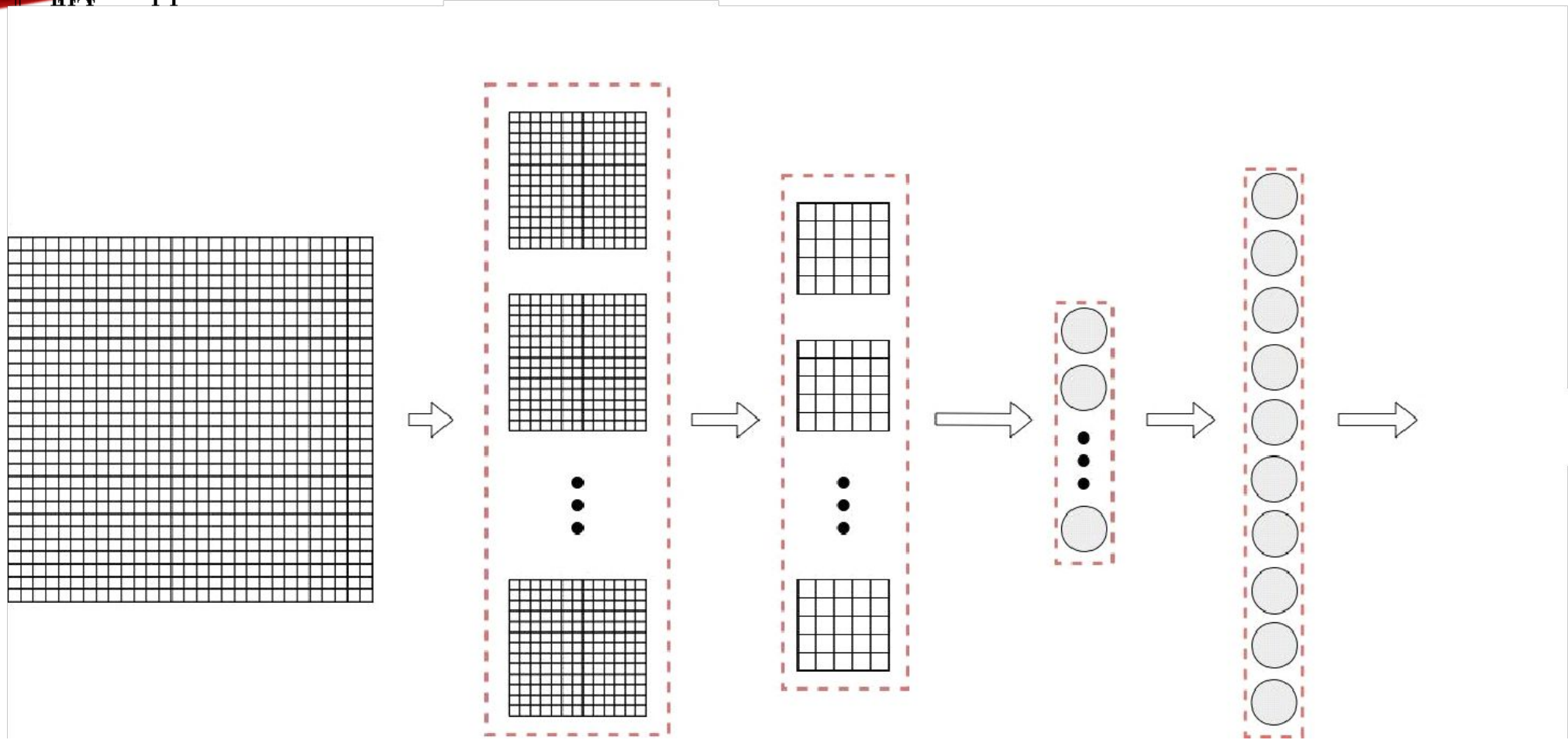
Метод прогнозування стану радіоканалу із застосуванням фільтра Калмана

2 МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ



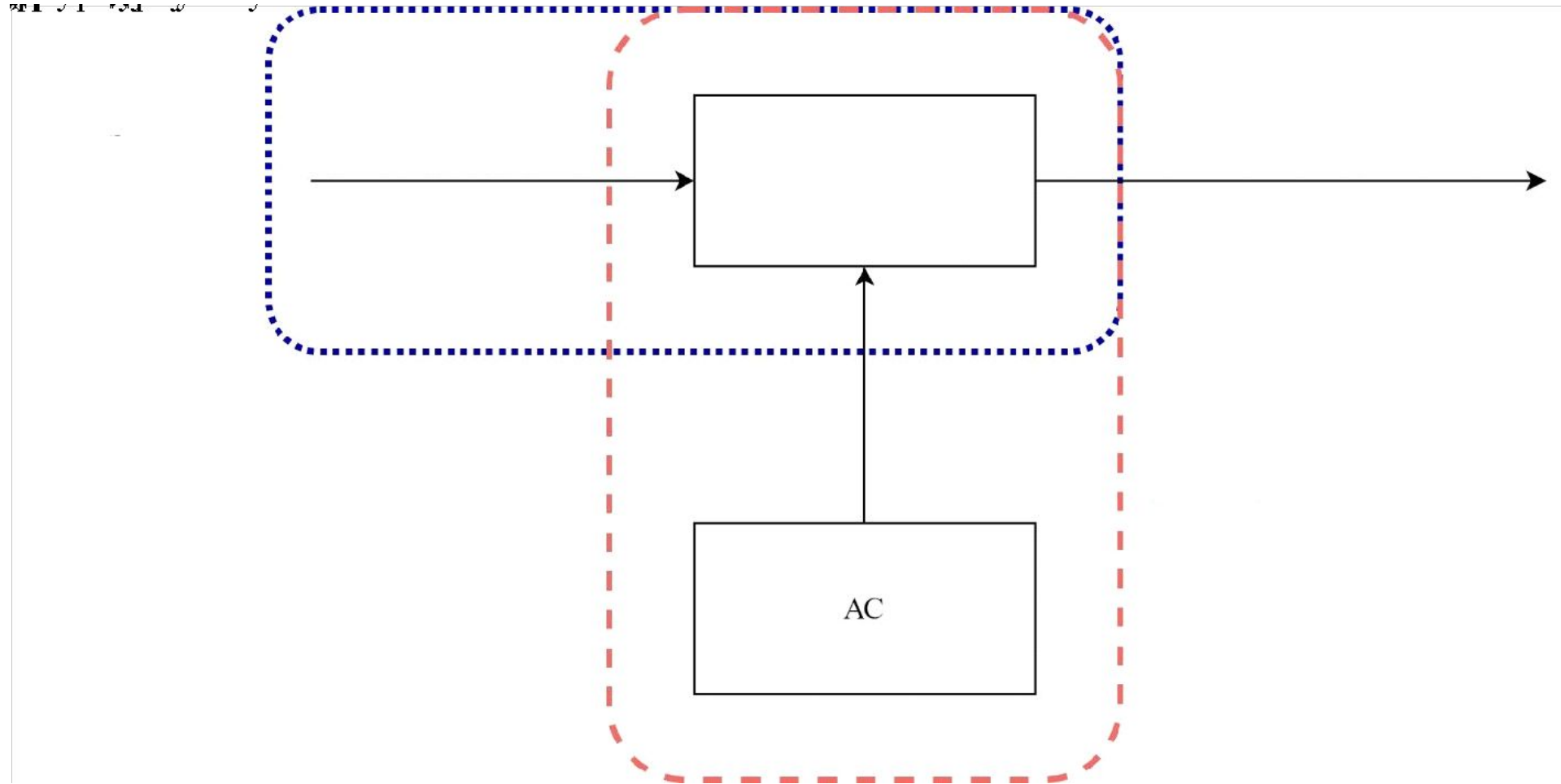
Робота алгоритму ЕМ в складі методу КЕМ

2 МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ



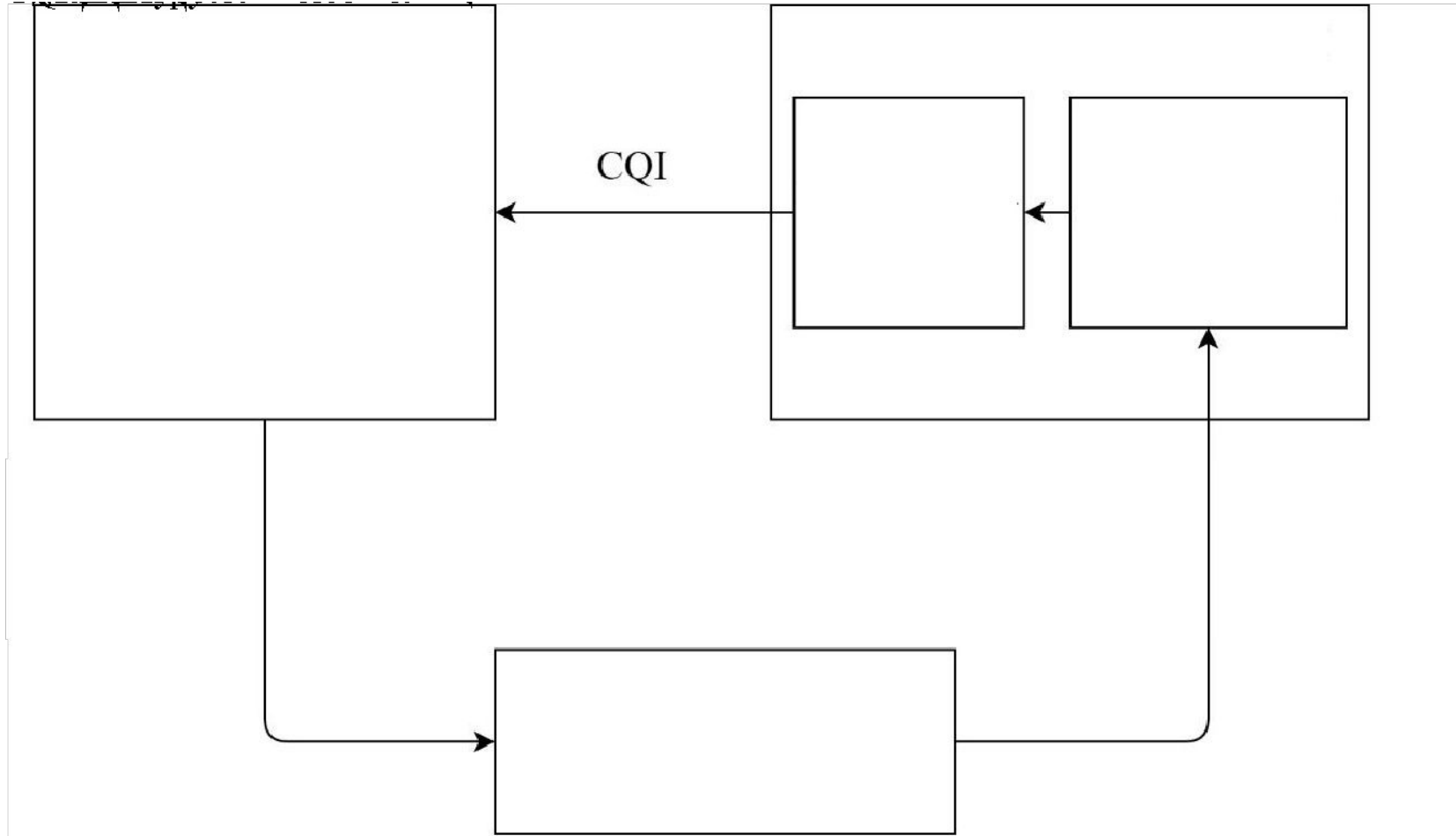
Принцип роботи CNN

2 МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ



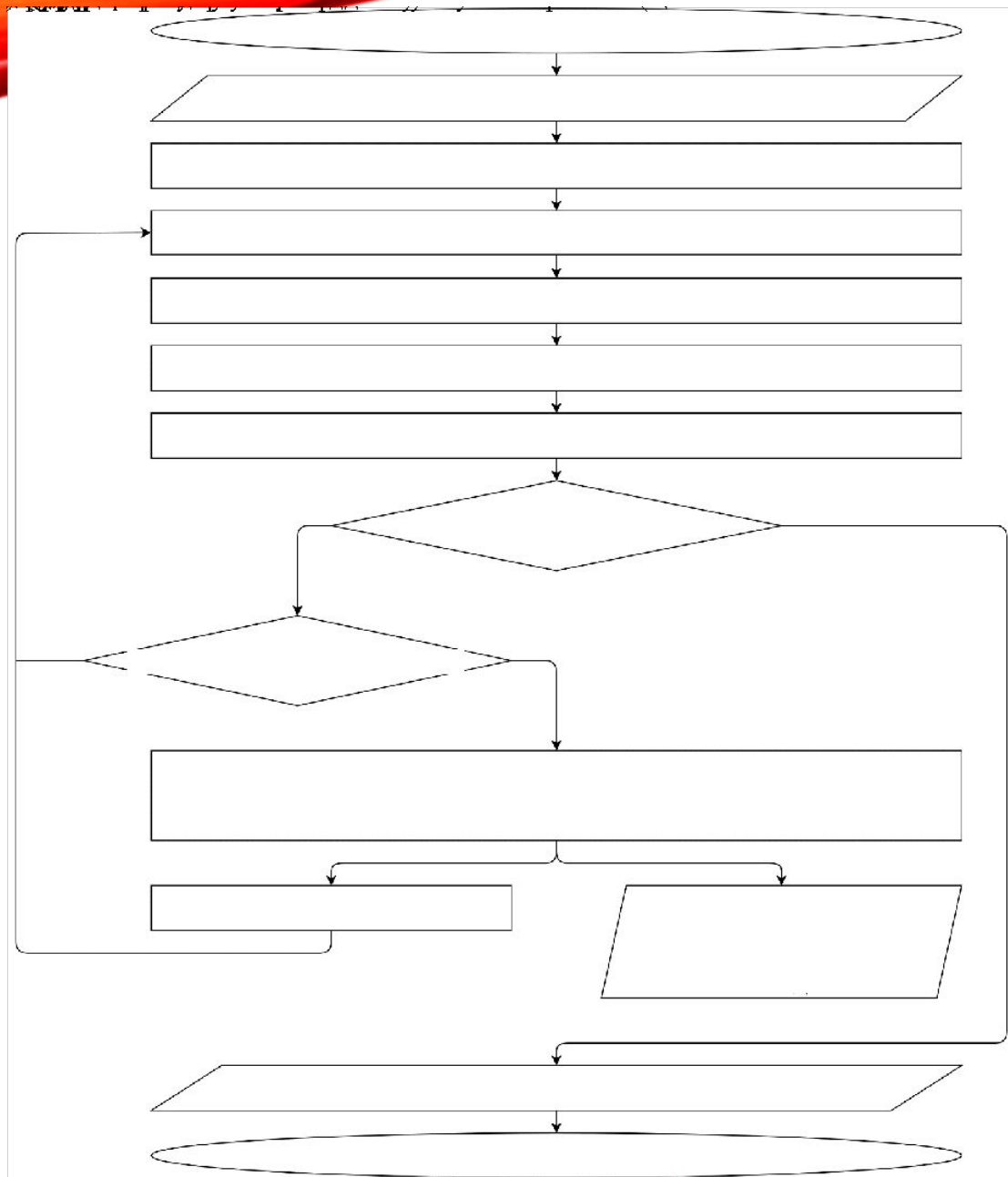
Принцип роботи прогнозуючої структури «OCEAN»

3 УДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ



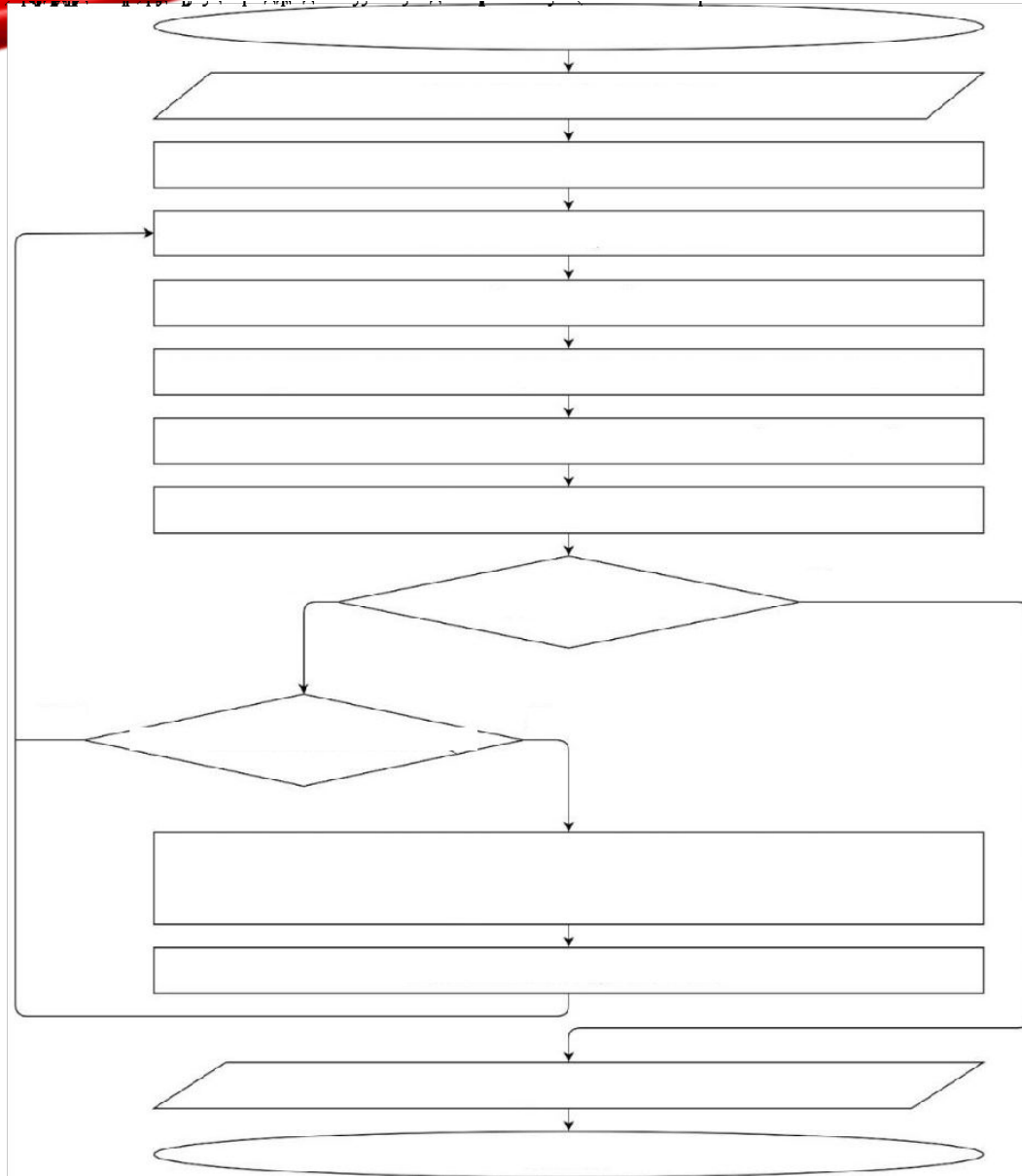
Модель системи зв'язку

3 УДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ



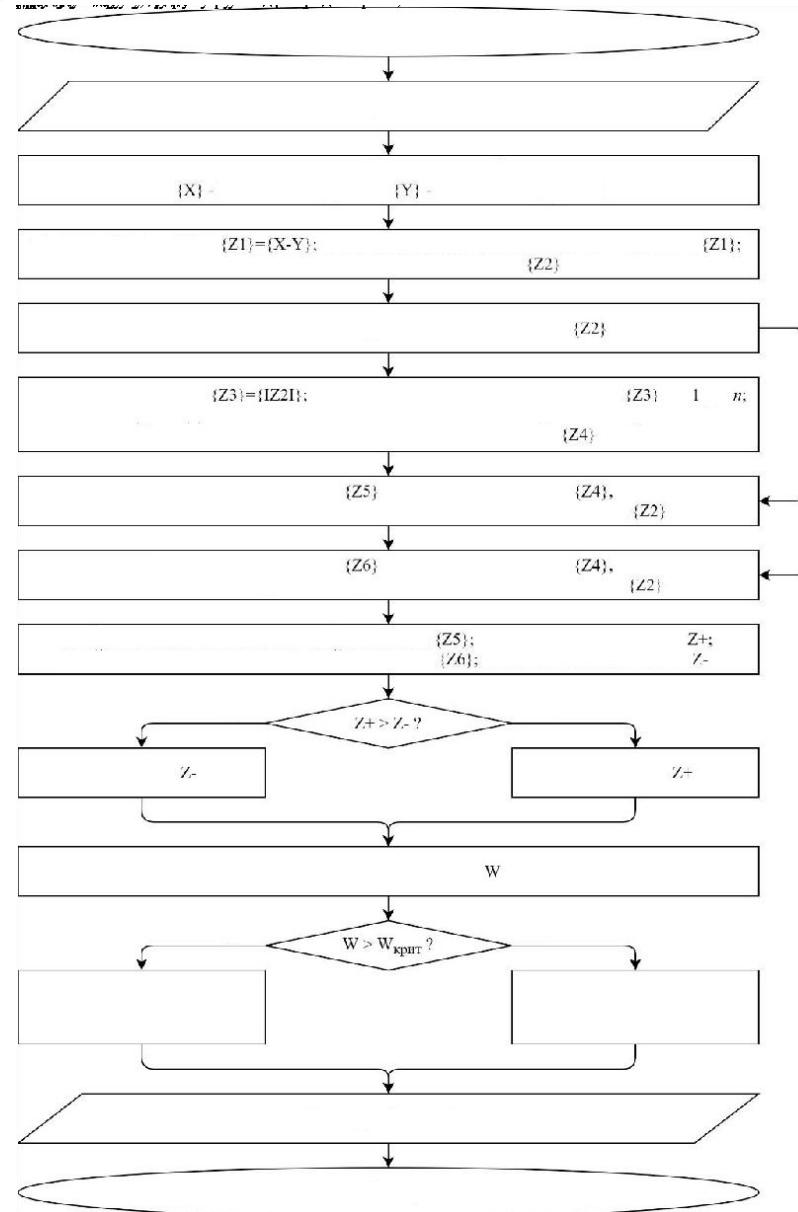
Алгоритм отримання навчального масиву даних

4 ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РАДІОМЕРЕЖІ



Алгоритм визначення пропускної здатності радіомережі

4 ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РАДІОМЕРЕЖІ



Алгоритм статистичного оцінювання за методом Уїлкоксона

ВИСНОВКИ

Основні результати проведених досліджень і розробок полягають в наступному:

- 1) Обґрунтовано застосування методу прогнозування з використанням рекурентної штучної нейронної мережі LSTM для боротьби із затримками зворотного зв'язку з метою підвищення ефективності роботи алгоритмів керування радіоресурсами в системах стільникового мобільного зв'язку 4G і 5G.
- 2) Для рекуррентної штучної нейронної мережі LSTM проведено дослідження і дані оцінки впливу довжини часового ряду значень «сигнал / шум», на підставі якого виконується прогноз індикатора якості радіоканалу, і кількості штучних нейронів на ефективність боротьби з швидкими завмираннями і визначена найбільш продуктивна конфігурація з 150 нейронами і 50 значеннями «сигнал / шум», яка дозволить досягти максимального приросту пропускної здатності в низхідному напрямку.
- 3) Розроблено нову прогнозуючу структура, що дозволяє підвищити пропускну здатність в низхідному напрямку до 30% при високому ступені кореляції трактів MIMO і високому співвідношенні «сигнал / шум» за рахунок боротьби з впливом швидких завмирань в радіоканалі.
- 4) Показано, що застосування попередньої паралельно-послідовної обробки тимчасового ряду значень «сигнал / шум» сверточное нейронними мережами з різною розмірністю фільтрів спільно з рекуррентної штучної нейронної мережею LSTM дозволяє досягти приросту пропускної здатності в низхідному напрямку до 10% в порівнянні з застосуванням однієї рекуррентної штучної нейронної мережі LSTM при виконанні прогнозу значення індикатора якості радіоканалу в умовах високого ступеня кореляції трактів MIMO і високому співвідношенні «сигнал / шум».

- 5) Виконано оцінку статистичної значущості отриманих в результаті різнобічного моделювання результатів, що підтверджує вірність теоретичних висновків і працездатність нової структури при виконанні прогнозу значення індикатора якості радіоканалу.
- 6) Доведено ефективність застосування попередньої паралельно-послідовної обробки тимчасового ряду значень «сигнал / шум» з використанням декількох згортальних штучних нейронних мереж з різною розмірністю фільтрів спільно з штучними нейронними мережами прямого поширення і рекуррентної штучної нейронної мережею LSTM в складі нової прогнозуючої структури при співвідношенні « сигнал / шум » не нижче 12 дБ і будь-якого ступеня кореляції трактів МІМО.
- 7) Виконано оцінку обчислювальної складності нової прогнозуючої структури і показано, що сучасні абонентські станції мають технічну можливість використовувати її замість блоку формування індикатора якості радіоканалу.

На основі нормативно-правових актів з охорони праці в розділі з охорони праці здійснено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що виникають у процесі досліджень; оцінка факторів виробничого і трудового процесів, гігієнічна оцінка умов праці, оцінка технічного і організаційного рівня; вказуються рекомендації стосовно покращення умов праці, а також наводяться протипожежні норми.



ДОПОВІДЬ ЗАВЕРШЕНО

- Дякую за увагу