

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
за матеріалами XI Всеукраїнської науково-практичної конференції
«ЕЛЕКТРОННІ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ:
ТЕОРІЯ, ІННОВАЦІЇ, ПРАКТИКА»

18 грудня 2025 року



Полтава 2025

УДК 621.396.96:550.83:553.98

О.В. Шефер, д.т.н., професор,

П.О. Яценко, магістрант

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ МЕТОДИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ПОКЛАДІВ

Удосконалення телекомунікаційних технологій у геофізичному моніторингу відіграє ключову роль у підвищенні точності та оперативності виявлення вуглеводневих покладів. Одним із перспективних напрямів є застосування багаточастотних електромагнітних методів, що дають змогу оцінити електрофізичні та структурні параметри анізотропного середовища над вуглеводневими зонами. У роботі розглянуто моделювання процесів поширення та взаємодії електромагнітного випромінювання (ЕМВ) у геологічних середовищах складної структури, а також визначено засоби підвищення телекомунікаційної спроможності систем моніторингу шляхом аналізу параметрів сигналів різної частотної та часової структури.

На першому етапі проведено моделювання взаємодії ЕМВ із середовищем над вуглеводневими покладами з урахуванням електрофізичних та фізико-хімічних властивостей гірських порід. Виконано аналіз діелектричних і провідних параметрів середовища на околиці покладів, що дозволило сформувану узагальнену модель анізотропного середовища. Досліджено поведінку тензора електричної проникності за різних частот та умов збудження, що є необхідною основою для подальших радіотехнічних вимірювань.

Наступним етапом стало електродинамічне моделювання взаємодії електромагнітних хвиль із зазначеним середовищем.

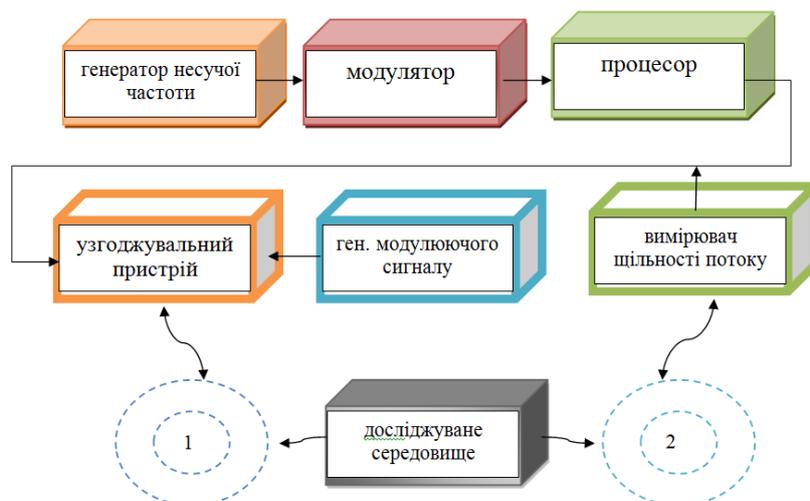


Рисунок 1 – Структурна схема для дослідження меж нафтових покладів у режимі амплітудно-модулюючих сигналів: 1, 2 - антени

Для забезпечення дальності зони досліджуваних антен, частоти досліджуваних сигналів вибиралися з умов геометрії об'єкта, що моделюється. Так, наприклад, при частоті $f=3\text{ГГц}$ ($\lambda=10\text{см}$) відстань 20λ , а ширина $d=h=4\lambda$.

Було розглянуто моделі поширення сигналів у середовищах із різними типами анізотропії, у тому числі слабо- та сильноанізотропних структурах. В окремих підзадачах досліджено реакцію середовища на бігармонійні сигнали низько- та високочастотного діапазонів, амплітудно-модульовані та частотно-модульовані сигнали. Особливу увагу приділено ефектам змін тензора проникності під дією потужних сигналів, що дає змогу встановлювати границі геологічних неоднорідностей.

Проведено аналіз дисперсійних та частотних характеристик середовища над вуглеводневими покладами з використанням багаточастотних та модульованих сигналів. Визначено умови, за яких зміни компонент тензора діелектричної проникності мають максимальну інформативність щодо просторової структури середовища. Окремо проаналізовано взаємодію АМ-, ЧМ- та АЧМ-сигналів з анізотропними утвореннями, що дозволило уточнити критерії виділення кордонів неоднорідностей.

Практичні результати роботи демонструють можливість реалізації телекомунікаційних методів реєстрації природного випромінювання вуглеводневих покладів та методів визначення меж покладів на основі змін електричного поля двох частот. Додатково розглянуто застосування акустичних сигналів для уточнення меж анізотропних областей та використання вимірювань імпедансу антен як діагностичного параметра. Представлено структурну схему радіотехнічної системи для багаточастотного електромагнітного моніторингу, оптимізовану для польових умов.

Отримані результати підтверджують перспективність телекомунікаційних технологій із використанням багаточастотних ЕМ-полів для геофізичного виявлення вуглеводневих покладів та створюють підґрунтя для розроблення високочутливих систем дистанційного моніторингу складних геологічних структур.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Довгий С. О., Воробієнко П. П., Гуляєв К. Д. *Сучасні телекомунікації: Мережі, технології, безпека, економіка, регулювання. 2-ге вид., доп. / за ред. Довгого С.О. Київ: Азимут-Україна, 2013. – 608 с.*
2. Миронцов М.Л. *Електрометрія нафтогазових свердловин – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2019. – 217 с.*

**ELECTROMAGNETIC METHODS OF TELECOMMUNICATION
MONITORING FOR DETECTION OF HYDROCARBON DEPOSITS**

O. Shefer, Doctor of Science, professor,

P. Yashchenko, undergraduate

National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"