

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут нафти і газу  
Кафедра буріння та геології  
Спеціальність 184 Гірництво

До захисту

Гарант освітньої програми  
Харченко М.О.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року

Завідувач кафедри буріння та геології  
Винников Ю.Л.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

на тему Застосування просторово-орієнтованих систем відбору керну  
при бурінні експлуатаційних свердловин

**Пояснювальна записка**

**Керівник**  
д.г.-м.н., професор Лукін О.Ю.  
посада, наук. ступінь, ПІБ  
\_\_\_\_\_

*підпис, дата,*

**Виконавець роботи**  
Білаш Едуард Владиславович  
студент, ПІБ  
група \_\_\_\_\_

*підпис, дата*

**Консультант за 1 розділом**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис*

**Консультант за 2 розділом**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис*

**Консультант за 3 розділом**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис*

**Консультант за 4 розділом**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис*

Дата захисту \_\_\_\_\_

Полтава, 2024

**Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»**

*Навчально-науковий інститут:* Нафти і газу  
*Кафедра:* Буріння та геології  
*Освітньо-кваліфікаційний рівень:* Магістр  
*Спеціальність:* 184 Гірництво

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Гарант освітньої програми**  
**Харченко М.О.**

**Завідувач кафедри буріння та геології**  
**Винников Ю.Л.**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Білаш Едуард Владиславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Застосування просторово-орієнтованих систем відбору керну при бурінні експлуатаційних свердловин

Керівник проекту (роботи) д.г.-м.н., проф., професор кафедри буріння та геології Лукін О.Ю.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навч. закладу від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проекту (роботи) \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

1. Науково-технічна література, періодичні видання, патенти на винаходи тощо.

2. Проекти на влаштування свердловин (за необхідності).

3. Геологічні звіти за профілем роботи \_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ.

1. Аналіз сучасних технологій буріння з відбором керну, описати актуальність даного дослідження.

2. Описати суть просторово-орієнтованих систем відбору керну.

3. Впровадити дослідження в практику проектування і буріння свердловин на нафту і газ.

4. Загальні висновки по роботі

5. Перелік графічного матеріалу

Презентація із основними результатами кваліфікаційної роботи

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|---|----------------|------------------|
|        |   | завдання видав | завдання прийняв |
| 1      | Харченко М.О., доцент                     |                |                  |
| 2      | Харченко М.О., доцент                     |                |                  |
| 3      | Харченко М.О., доцент                     |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Етапи підготовки                    | Термін виконання |
|-------|-------------------------------------|------------------|
| 1     | Інформаційно-оглядова частина       | 11.10-24.10      |
| 2     | Експериментальна частина            | 25.10-14.11      |
| 3     | Теоретична частина                  | 15.11-5.12       |
| 4     | Впровадження результатів досліджень | 6.11-12.12       |
| 5     | Оформлення та узгодження роботи     | 13.12-17.12      |
| 6     | Попередні захисти робіт             | 13.12-17.12      |
| 7     | Захист магістерської роботи         | 20.12-24.12      |

Студент

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

# ЗМІСТ

## ВСТУП

## РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЙ ВІДБОРУ КЕРНУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОСТОРОВО-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ

- 1.1 Задачі просторово-орієнтованого відбору керну при бурінні та експлуатації свердловин
  - 1.2 Спорудження вертикальних похило-скерованих та горизонтальних свердловин
  - 1.3 Реалізація процесу відбору керну у горизонтальних свердловинах
  - 1.4 Аналіз світового досвіду буріння скерованих свердловин
  - 1.5 Елементи компоновки бурильної колони для реалізації та контролю параметрів проектного профілю
  - 1.6 Аналіз бурових розчинів при просторово-орієнтованому відборі керну
- Висновки до розділу 1

## РОЗДІЛ 2 СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЙ ВІДБОРУ ПРОСТОРОВО-ОРІЄНТОВАНОГО КЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ

- 2.1 Аналіз систем орієнтованого відбору керна
- 2.2 Аналіз модифікацій керновідбірників

Висновки до розділу 2

## РОЗДІЛ 3. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІДРОРОЗРИВУ ПЛАСТА ПРИ ВИКОРИСТАННІ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ГЕОМЕТРІЇ І ОРІЄНТАЦІЇ ТРІЩИН

- 3.1 Теорія, практика і перспективи гідророзриву пласта.
- 3.2 Математичне моделювання гідророзриву пласта і тріщин розриву
- 3.3 Існуючі методи контролю геометрії і орієнтації тріщин при гідророзриві пласта

Висновки до розділу 3

## РОЗДІЛ 4. ПЛАНУВАННЯ ОРІЄНТОВАНОГО ГІДРОРОЗРИВУ І ОЦІНКА ЙОГО ЕФЕКТИВНОСТІ

- 4.1 Планування і управління гідророзривом пласта.
- 4.2 Оцінка ефективності впливу гідророзриву пласта на продуктивний пласт

Висновки до розділу 4

## РОЗДІЛ 5 ПРОЕКТУВАННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО РОЗРИВУ ПЛАСТА НА СВЕРДЛОВИНІ БУГРУВАТІВСЬКОГО РОДОВИЩА

- 5.1 Аналіз Бугруватівського нафтового родовища

5.2 Основні положення технології проектування гідророзриву пласта

5.3 Проектування технології гідророзриву пласта

5.4 Вибір свердловин для гідророзриву пласта

5.5 Підготовчі роботи при гідророзриві пласта

5.6 Здійснення процесу гідророзриву пласта

Висновки до розділу 5

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТОК А

## АНОТАЦІЯ

Збереження рівня або уповільнення темпів падіння видобутку нафти і газу стає складним завданням через низку несприятливих економічних і геолого-технічних факторів: скорочення обсягів геологорозвідувальних робіт; виснаження старих родовищ і збільшення частки важко видобувних запасів нафти. Буріння свердловин із застосуванням просторово-орієнтованих систем відбору керну дозволяє підвищити ефективність методів інтенсифікації продуктивного пласта і таким чином розширити зону дренування свердловини, значно збільшуючи таким чином ефективність видобутку із свердловини.

Результат роботи полягає в розробці системних рішень, що дозволяють підвищити ефективність розробки нафтогазових родовищ шляхом удосконалення системи відбору керну при бурінні експлуатаційних свердловин.

## **ABSTRACT**

Maintaining the level or slowing down the decline in oil and gas production is becoming a challenge due to a number of unfavorable economic, geological and technical factors: reduced exploration activities; depletion of old fields and an increase in the share of hard-to-recover oil reserves. Drilling wells using spatially-oriented coring systems allows to increase the efficiency of reservoir stimulation methods and thus expand the well drainage zone, thus significantly increasing the production efficiency of the well.

The result of the work is the development of system solutions that increase the efficiency of oil and gas field development by improving the core sampling system when drilling production wells.

## ВСТУП

**Актуальність проблеми.** Збереження рівня або уповільнення темпів падіння видобутку нафти і газу стає складним завданням через низку несприятливих економічних і геолого-технічних факторів: скорочення обсягів геологорозвідувальних робіт; виснаження старих родовищ і збільшення частки важко видобувних запасів нафти. Буріння свердловин із застосуванням просторово-орієнтованих систем відбору керну дозволяє підвищити ефективність методів інтенсифікації продуктивного пласта і таким чином розширити зону дренажу свердловини, значно збільшуючи таким чином ефективність видобутку із свердловини.

За оцінками, застосування гідравлічного розриву пласта (ГРП) дозволяє підвищити коефіцієнт вилучення нафти і газу до 10-15%, а застосування при проектуванні просторово-орієнтованого відбору керну додатково збільшує цей показник ще на 5-10 %. При ГРП ефективність істотно зростає при застосуванні методу в якості одного з основних елементів системи розробки родовищ в порівнянні з його реалізацією на одиничних свердловинах. При цьому облік розміру і переважної орієнтації тріщин гідророзриву пласта стає необхідним елементом проектування системи розробки нафтогазових родовищ. Наявність просторово-часової анізотропії, напружено-деформованого стану (НДС) і фільтраційно-ємнісних властивостей (ФЕВ) продуктивних пластів свідчить про те, що проектні форми тріщин розриву, розміри (довжина, ширина, висота), напрямок (азимут) поширення, симетрія щодо осі свердловин і гідропровідність тріщин відрізняються від фактичних, які до того ж важко визначені у договорі. Стає очевидним, що створення системи надійного відбору орієнтованого керна істотно знизить інформаційні ризики при проведенні досліджень ФЕВ і ПДВ для проектування і проведення ГРП, що вельми актуально. У зв'язку з цим для підвищення ефективності розробки нафтогазових родовищ потрібні нові методичні підходи та технологічні рішення проектування і управлінні ГРП.

**Мета роботи** - підвищення ефективності інтенсифікації нафтогазових родовищ шляхом системного підходу до буріння експлуатаційних свердловин з використанням інформації результатів досліджень просторово-орієнтованого керна.

## **Основні задачі досліджень:**

1. Аналіз технологій спорудження експлуатаційних свердловин
2. Аналіз розроблених систем орієнтованого відбору керна.
3. Аналіз теоретичних і експериментальних робіт в області проектування і проведення ГРП.
4. Аналіз геологічних умов і розробки родовища, обраного для впровадження.
5. Методичне обґрунтування проектування, управління та оцінка результатів впливу на пласт при проведенні ГРП на Бугруватівському нафтовому родовищі.

**Об'єкт дослідження.** Відбір керну при бурінні нафтогазовидобувних експлуатаційних свердловин.

**Предмет досліджень.** Визначення характеристик гірських порід та їх вплив на якість обробки інформації про пласт при проектуванні ГРП.

## **Наукова новизна**

Обґрунтовано метод просторово-орієнтованого відбору керна при бурінні свердловин із поточним контролем за допомогою бездротової технології.

## **Практична цінність результатів роботи**

Обґрунтовано ефективність і запропонована процедура проектування, управління та оцінки результатів багаторазових різночасових впливів на пласт при проведенні операцій ГРП на Бугруватівському нафтовому родовищі.

**Апробація результатів досліджень.** Основні положення магістерської роботи доповідалися і схвалені на 75 науково-практичній конференції викладачів, аспірантів і студентів НУШ імені Юрія Кондратюка;

**Структура і обсяг роботи.** Магістерська робота містить 105 сторінок основного тексту та складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Результат роботи полягає в розробці системних рішень, що дозволяють підвищити ефективність розробки нафтогазових родовищ шляхом удосконалення системи відбору керну при бурінні експлуатаційних свердловин.

1. Аналіз технологій буріння експлуатаційних свердловин показує, що технології постійно вдосконалюються, в тому числі обладнання для відбору керну, що дозволяє експлуатувати поклади з більшою ефективністю за рахунок отримання додаткової інформації про поклад.

2. Отримані в роботі результати включають комплекс досліджень технічних розробок для відбору орієнтованого керна з просторовою фіксацією його положення в пласті, вивчення основних геомеханічних властивостей породи.

Проведено детальний аналіз конструкцій для відбору орієнтованого керна, що забезпечує поєднання керновідбірних снарядів, блоку інклінометричних вимірювань і бездротового реєструючого каналу зв'язку свердловини і наземної частин. Система дозволяє отримати керн з просторовою фіксацією його положення в пласті.

3. Визначення напряму розвитку тріщин дозволяє використовувати дану інформацію при проектуванні і проведенні ГРП. Висока ефективність ГРП досягається при проектуванні його застосування як елемента розробки з урахуванням розміщення свердловин і оцінки їх взаємодії при різних поєднаннях впливу.

4. Для реалізації технічних рішень і практичного впровадження результатів магістерської роботи розроблені системна процедура з проектування проведення ГРП при розробці Бугруватівського нафтового родовища. В результаті застосування методів інтенсифікації додатковий видобуток нафти на одну успішну обробку в середньому становить для ГРП - від 2,5 до 4 тис. т. нафти.

Після проведення ГРП, при розрахунковій довжині вертикальної тріщини у 68 метрів ефективність збільшення дебіту складе 2,23. Розрахунковий додатковий видобуток нафти на одну свердловину після проведення ГРП складе від 8,3 т / добу.

Всього у роботі пропонується провести ГРП на шести свердловинах із розрахунковими значеннями дебіту від 15 до 24 т/добу після обробки. Ці обробки дозволять отримати додатково мінімум 3000 т нафти на 1 обробку.

За результатами показників експлуатації фонду свердловин встановлено, що різних методів інтенсифікації потребують до 30% свердловин Бугруватівського нафтового родовища.

5. Враховуючи складну геологічну будову родовища, при подальшому бурінні рекомендовано проводити орієнтований відбір керну у видобувних свердловинах, що дасть змогу збільшити ефективність методів інтенсифікації до 10 %.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барановський Е. М. Про закономірності зміни напруженого стану масиву гірських порід при бурінні глибоких свердловин / Е. М. Барановський, В. М. Мойсишин // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2010. – No 4. – С. 23–27.
2. Бейзик О. С. Аналіз впливу крохмальних реагентів на властивості бурових розчинів / О. С. Бейзик // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2013. – No 4. – С. 159–166.
3. Борушак Л. О. Установка і методика випробовування породоруйнівних елементів бурових доліт на зношення через прошарок абразиву / Л. О. Борушак, О. М. Богаченко, Н. О. Костюк // Методи та прилади контролю якості. – 2015. – No 1. – С. 27–32.
4. Методологія науково-дослідних робіт: конспект лекцій для студентів спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології. Ступінь вищої освіти – магістр. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022 – 70 с.
5. Векерик В. І. Взаємодія аварійної й прихопленої компоновок бурильної колони при ліквідації аварій ударним способом / В. І. Векерик, К. Г. Левчук // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні : укр. міжвід. наук.–техн. зб. / Нац. ун –т "Львів. політехніка". – Львів, 2014. – Вип. 48. – С. 144–152.
6. Вовк Р. Б. Система інтелектуальної підтримки прийняття рішень для запобігання нештатних ситуацій в процесі буріння свердловин : автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. техн. наук : [спец.] 05.13.07 "Автоматизація процесів керування" / Вовк Роман Богданович ; М–во освіти і науки, молоді та спорту України, Івано–Франківський нац. техн. ун–т нафти і газу. – Івано–Франківськ, 2012. – 20 с.
7. Білуха М.Т. Методологія наукових досліджень: підруч. / М.Т. Білуха. –К.: АБУ, 2009. – 480 с.
8. Возняк Л.С. Чисельні методи: Методичний посібник для студентів природничих спеціальностей / Л.С. Возняк, С.В. Шарин. – Івано-Франківськ: «Плай», 2001, – 64 с.
9. Воєвідко І. В. Калібрувально–центрувальний інструмент із раціональною

схемою армування шарошок / І. В. Воєвідко, Р. І. Воєвідко // Нафтова і газова промисловість. – 2010. – № 4. – С. 24–27.

10. Вплив геологічних чинників на розкриття і розробку газоносних пластів Передкарпатського прогину / О. М. Чорний, Г. М. Левицька, І. М. Кузів, Е. О. Чорний // Нафтогазова галузь України. – 2014. – № 2. – С. 10–14. Р/423

11. Законодавство України про охорону праці. У 4 томах. - К.: Основа, 1995р.

12. Іванишин В.С., Філяс Ю.Г., Федішин Л.І. Оцінка впливу пружних сил на ефективність розробки глибокозалягаючих нафтових родовищ Прикарпаття. Тези доповідей і повідомлень н-пр. конф. Стан, проблеми і перспективи розвитку нафтогазового комплексу західного регіону України. Львів. 28-30.03.1995.

13. Технологічні режими роботи газових і газоконденсатних свердловин НГВУ "Полтаванафтогаз".

14. Місячні експлуатаційні звіти про роботу газових і газоконденсатних свердловин НГВУ “ Полтаванафтогаз ”.

15. Положення про порядок віднесення запасів нафти і газу до категорії важковидобувних та виснажених, затверджене Головою Держнафтогазпрому України від 15.07.1996.

16. Прискорене освоєння нафтових і газових родовищ. Ужгород: Карпати, 1974, 94 с.

17. Буферна рідина для цементування обсадних колон / [Розенгафт А.Г., Лубан Ю.В., Харів І.Ю. та ін.] // Нафтова і газова промисловість. – 2002. – № 4. – С. 31, 32.

18. Застосування безглинистих промивальних рідин в умовах високих пластових тисків і температур / [Ю.В. Лубан, С.В. Лубан, В.В. Дудзич та ін.] // Нафтогазова галузь України. – 2013. – № 2. – С. 18 – 22.

19. Іванків О.О. Розробка та впровадження рідин глушіння на основі крохмально сольових гелів для капітального ремонту свердловин / О.О. Іванків, І.Г. Зезекало, В.П.Троцький // Нафта і газ України: матеріали 6-ої Міжнародної наук.-практ. конф. [«Нафта і газ України-2000»], (31 жовтня – 3 листопада): зб. наук. праць – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 2000. – Т. 2. – С. 259 – 260.

20. Розенгафт, Р.С. Яремійчук, І.Ю. Харів, С.В. Лубан] // Нафта і газ України: матеріали 6-ої Міжнародної наук.-практ. конф. [«Нафта і газ України – 2000»], (Івано-Франківськ, 31 жовтня – 3 листопада): зб. наук. праць. – Івано-Франківськ:

ІФДТУНГ, 2000. – Т. 2. – С. 91.

21. Карп І.М., Єгер Д.О. Зарубін Ю.О. та інші. Стан і перспективи розвитку нафтогазового комплексу України. - Київ: „Наукова думка”, 2006. - 309с.

22. Єгер Д.О. Упорядковане використання методів дії на привибійну зону пластів у процесах нафтогазовидобутку. - Київ: Техніка, 2003. - 162 с.

23. Меркур'єв А.Б., Рудий М.Л., Цьомко В.В., Качмар Ю.Д. Нарощування ресурсної бази вуглеводнів шляхом кислотної дії на продуктивний пласт // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. - 2007. - № 3(24). - С.9 -14.

24. Болоховська В.А., Рудий М.І. Використання вітчизняних біополімерів у процесах видобування нафти і газу // Збірник наукових праць наук.-практ. конф. „Стан і перспективи розробки родовищ нафти і газу України”, 18 - 21 листопада 2003 року. - Івано-Франківськ, 2003. - С.242 - 243.

25. Єгер Д.О. Підвищення ефективності направлених методів інтенсифікації видобутку нафти і газу. - Львів: Ліга-прес, 2003. - 160 с.

26. Єгер Д.О., Рибчич І.Й. Вплив стану фільтраційної характеристики привибійної зони багат шарових пластів на ефективність розробки нафтових і газових родовищ. - Львів: Ліга-прес, 2003.- 1 16 с.

27. British Gas engineering standard BGC/PS/P11. Procedures for inspection and repair of damages steel pipelines (Designed to operate at pressure above 7 bar), December,1983.

28. Brock D. The practical use of fracture mechanics.– Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1989.–522p.

29. Dagdale D.S.Yielding of steel sechts containing shits.–J.Mech. and Phys.Solids.–1960.–№2, V.8.–P.100–104.

30. Dowling A.R., Towley C.H.A. The effect of defect on structural failures: a two-criterial approach//Int.J. Pres. Ves. And Piping.-1975.-Vol.3 №2.-P.77-107.

31. Effect of hydrogenation and plastic predeformation on the crack growth resistance of structural steel ./Ye. Kryzhanivskyi, D. Petryna, O. Onystchuk, V. Rudko, Yu. Petryna // Buletin stiintific, Seria C, Vol..XVII.–Baja Mare, 2003.–P.173–176.

32. Elber W. The significance of fatigue crack closure –ASTM STR 486.–1971.– P.230-242.

33. Fitness-For-Service, API Recommended Practice 579. First Edition, American

Petroleum Institute, January, 2000.

34. Folias E.S. An axial crack in a pressurized cylindrical shell.–  
Int.J.Tract.Mech.–1965.–№2, V.1.–P.104–113.

35. Kiefner J.F., Vieth P.H. Modified Criterion for Evaluating the Strength of  
Corroded Pipe. Final Report for Project PR3-805 to the Pipeline Supervisory Committee  
of the American Gas Association.– Battelle, 1989, Ohio.