

**Міністерство освіти і науки України**  
**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.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

Завідувач кафедри буріння та геології  
Винников Ю.Л.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**  
**на тему Сучасні напрямки розвитку технічних засобів для нахилено-**  
**направленого буріння свердловин**

**Пояснювальна записка**

**Керівник**

**К.т.н., доц., доцент**

**кафедри буріння та геології**

**Матяш О.В.**

*посада, наук. ступінь, ПІБ*

*підпис, дата*

**Виконавець роботи**

**студент група 601-мГР**

**Пащенко Ростислав Миколайович**

*студент, ПІБ*

*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*

Дата захисту \_\_\_\_\_

**Полтава, 2023**

**ЗМІСТ**

## АНОТАЦІЯ

### ВСТУП

## 1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Історія розвитку обладнання для похило-скерованого буріння

1.2 Класифікація компоновок низу бурильної колони

1.2.1 Орієнтовані компонування низу бурильної колони

1.2.2 Неорієнтовані компонування низу бурильної колони

1.3 Елементи КНБК для буріння глибоких і надглибоких похило-спрямованих і горизонтальних свердловин

1.3.1 Долото

1.3.2 Протектор забійний

1.3.3 Наддолотний модуль інклінометрії

1.3.4 Опорно-центрувальні елементи

1.3.5 Гвинтовий вибійний двигун

1.3.6 Роторно-керована система

1.3.7 Телесистема

1.3.8 Немагнітні бурильні труби

1.3.9 Перекладач циркуляційний

1.3.10 Коректор - подачі демпфер

1.3.11 Перекладач із фільтрувальним елементом

1.3.12 Перекладач зі зворотним клапаном

1.3.13 Розходжувач колон

1.3.14 Осцилятор

1.3.15 Яс

## 2. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз поточного стану експлуатаційного буріння в Україні

2.2 Основні проблеми при похило-спрямованому бурінні глибоких і надглибоких свердловин

2.3 Негативний вплив неправильно підібраного обладнання

2.4 Аналіз ефективності сучасного обладнання для боротьби з негативними факторами

### 3. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Використання технологій на реальних проєктах

3.2 Аналіз економічної рентабельності застосування сучасних технологій

3.3 Розробка рекомендацій щодо вибору обладнання для буріння глибоких і надглибоких свердловин

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

# CONTENT

ABSTRACT

INTRODUCTION

## 1. THEORETICAL PART

1.1 History of development of directional drilling equipment

1.2 Classification of drillstring bottom layouts

1.2.1 Oriented drillstring bottomhole layouts

1.2.2 Non-orientated drillstring bottom layouts

1.3 BHA elements for drilling deep and ultra-deep directional and horizontal wells

1.3.1 The bit

1.3.2 Downhole protector

1.3.3 Overbit inclinometer module

1.3.4 Support and centring elements

1.3.5 Downhole screw motor

1.3.6 Rotary steering system

1.3.7 Tele-system

1.3.8 Non-magnetic drill pipes

1.3.9 Circulation translator

1.3.10 Corrector - feed damper

1.3.11 Translator with filter element

1.3.12 Translator with check valve

1.3.13 Column separator

1.3.14 Oscillator

1.3.15 Yas

## 2. ANALYTICAL PART

2.1 Analysis of the current state of production drilling in Ukraine

2.2 Main problems in directional drilling of deep and ultra-deep wells

2.3 Negative impact of improperly selected equipment

2.4 Analysis of the effectiveness of modern equipment to combat negative factors

## 3. PRACTICAL PART

3.1 Application of technologies on real projects

3.2 Analysis of the economic profitability of modern technologies

3.3 Development of recommendations for the selection of equipment for drilling deep and ultra-deep wells

GENERAL CONCLUSIONS

LIST OF REFERENCES

## АНОТАЦІЯ

У роботі розглядаються сучасні напрямки розвитку технічних засобів для нахило-направленого буріння свердловин в Україні.

У теоретичній частині дається огляд історії розвитку обладнання для похило-скерованого буріння, класифікації компоновок низу бурильної колони, елементів КНБК для буріння глибоких і надглибоких похило-спрямованих і горизонтальних свердловин. Розглядаються основні типи компоновок низу бурильної колони, їх переваги та недоліки. Проаналізовано нові тенденції в розвитку елементів КНБК, спрямовані на підвищення ефективності буріння глибоких і надглибоких похило-спрямованих і горизонтальних свердловин.

У аналітичній частині аналізується поточний стан експлуатаційного буріння в Україні. Виявлені основні проблеми при похило-спрямованому бурінні глибоких і надглибоких свердловин, а також негативний вплив неправильно підбраного обладнання. Проаналізовано ефективність сучасного обладнання для боротьби з негативними факторами.

У практичній частині розглядається використання технологій на реальних проєктах в Україні. Проаналізовано економічну рентабельність застосування сучасних технологій. Розроблені рекомендації щодо вибору обладнання для буріння глибоких і надглибоких свердловин в Україні.

У фінансовій частині проводиться SWOT-аналіз, аналіз конкурентних технічних рішень з позиції ресурсоефективності та ресурсозбереження, формування організаційної структури управління інженерним проєктом, складання бюджету розроблення та впровадження інженерних рішень, аналіз безбитковості інженерного проєкту, оцінка ефективності інженерних рішень, аналіз потенційних ризиків і розроблення заходів щодо їхнього управління.

## ANOTATION

The paper discusses the current trends in the development of technical means for directional drilling in Ukraine.

The theoretical part provides an overview of the history of directional drilling equipment development, classification of drill string bottom layouts, BHA elements for drilling deep and ultra-deep directional and horizontal wells. The main types of drill string bottom layouts, their advantages and disadvantages are considered. New trends in the development of BHA elements aimed at increasing the efficiency of drilling deep and ultra-deep directional and horizontal wells are analysed.

The analytical part analyses the current state of production drilling in Ukraine. The main problems in directional drilling of deep and ultra-deep wells, as well as the negative impact of improperly selected equipment, are identified. The efficiency of modern equipment to combat negative factors is analysed.

The practical part considers the use of technologies in real projects in Ukraine. The economic profitability of modern technologies is analysed. Recommendations for the selection of equipment for drilling deep and ultra-deep wells in Ukraine have been developed.

The financial part includes a SWOT analysis, an analysis of competitive technical solutions in terms of resource efficiency and resource conservation, the formation of an organisational structure for managing an engineering project, budgeting for the development and implementation of engineering solutions, break-even analysis of an engineering project, evaluation of the effectiveness of engineering solutions, analysis of potential risks and development of measures to manage them.

## ВСТУП

Наразі обсяги легко видобувних запасів нафти в Україні виснажуються, що призводить до збільшення глибини буріння і ускладнення профілів свердловин. Для збереження рентабельності та зниження термінів будівництва глибших свердловин потрібне застосування систем різних пристроїв і обладнання.

Підбір оптимальної КНБК для мінімізації проблем під час буріння глибоких свердловин є одним із першочергових завдань при створенні проекту свердловини. Грамотний вибір необхідних елементів і їхнє правильне розташування в бурильній колоні знижує ризики аварій і ускладнень під час буріння свердловини.

Магістерська робота складається із анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків по роботі, списку використаних джерел.

**Метою** роботи є всебічний аналіз сучасних напрямків розвитку технічних засобів для нахилено-направленого буріння свердловин в Україні.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні **завдання**:

- Ознайомитися з історією розвитку обладнання для похило-скерованого буріння;
- Дати огляд класифікації компоновок низу бурильної колони та елементів КНБК для буріння глибоких і надглибоких похило-спрямованих і горизонтальних свердловин;
- Проаналізувати поточний стан експлуатаційного буріння в Україні;
- Визначити основні проблеми при похило-спрямованому бурінні глибоких і надглибоких свердловин;
- Проаналізувати ефективність сучасного обладнання для боротьби з негативними факторами;
- Ознайомитися з використанням сучасних технологій на реальних проектах в Україні;
- Проаналізувати економічну рентабельність застосування сучасних технологій;

- Розробити рекомендації щодо вибору обладнання для буріння глибоких і надглибоких свердловин в Україні.

**Об'єкт дослідження** – ефективність застосування сучасних технічних рішень для зменшення впливу негативних чинників при будівництві глибоких і надглибоких свердловин.

**Предмет дослідження** – обладнання компонування низу бурильної колони.

**Наукова новизна роботи:**

- Проведено аналіз сучасних технічних рішень, спрямованих на зменшення впливу негативних чинників при будівництві глибоких і надглибоких свердловин, з урахуванням геолого-технічних умов України.
- Визначено оптимальні технічні рішення для зменшення впливу негативних чинників при будівництві глибоких і надглибоких свердловин в конкретних геолого-технічних умовах.

**Практична цінність роботи:**

- Результати дослідження можуть бути використані для вибору оптимальних технічних рішень, спрямованих на зменшення впливу негативних чинників при будівництві глибоких і надглибоких свердловин.
- Впровадження результатів дослідження дозволить підвищити ефективність будівництва глибоких і надглибоких свердловин, знизити ризики виникнення аварійних ситуацій, а також зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

**Обсяг випускної кваліфікаційної роботи** – 65 сторінок, 24 рисунки, 17 таблиць, 40 джерел.

## INTRODUCTION

The volume of easily recoverable oil reserves in Ukraine is currently being depleted, leading to an increase in drilling depths and more complex well profiles. To maintain profitability and reduce the time required to construct deeper wells, a system of different devices and equipment is required.

Selecting the optimal BHA to minimise problems during deep well drilling is one of the primary tasks when creating a well design. Proper selection of the necessary elements and their correct placement in the drill string reduces the risk of accidents and complications during well drilling.

The master's thesis consists of an abstract, an introduction, four chapters, general conclusions, and a list of references.

The purpose of the work is to provide a comprehensive analysis of the current trends in the development of technical means for directional drilling in Ukraine.

To achieve this goal, the following tasks need to be solved:

- To get acquainted with the history of development of equipment for directional drilling;
- To provide an overview of the classification of drillstring bottom layouts and BOP elements for drilling deep and ultra-deep directional and horizontal wells;
- Analyse the current state of production drilling in Ukraine;
- Identify the main problems in directional drilling of deep and ultra-deep wells;
- Analyse the effectiveness of modern equipment to combat negative factors;
- Learn about the use of modern technologies in real projects in Ukraine;
- Analyse the economic profitability of modern technologies;
- Develop recommendations for the selection of equipment for drilling deep and ultra-deep wells in Ukraine.

Object of research - analysis of the effectiveness of modern technical solutions to reduce the impact of negative factors arising during the construction of deep and ultra-deep wells

The subject of the study is the equipment for the bottom of the drill string.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Сучасне технологічне обладнання для буріння свердловин:

- Дозволяє значно спростити процес будівництва свердловин.
- Мінімізує вплив негативних факторів, таких як геологічні ускладнення, аномальний тиск, висока температура, корозія тощо.
- Забезпечує стійкість стовбура свердловини.
- Дозволяє досягати глибини понад 15 000 м, що робить можливим видобуток вуглеводнів з раніше недоступних пластів.

2. Економічна доцільність та ефективність обладнання:

- Застосування більшості типів обладнання обмежується їх економічною доцільністю.
- Необхідно ретельно оцінювати витрати на придбання та експлуатацію обладнання, а також його вплив на загальну ефективність буріння.
- В деяких випадках використання класичних компонок з ВЗД може бути більш економічно вигідним, ніж застосування нових технологій.

3. Аналіз ефективності сучасних технічних рішень:

- В рамках дослідження було проаналізовано широкий спектр сучасних технічних рішень для буріння глибоких і надглибоких свердловин.
- Дослідження включало аналіз компонок низу бурильної колони, долот, вибійних двигунів, роторно-керованих систем, телесистем, бурильних труб та інших елементів.

4. Порівняльний аналіз обладнання для зниження негативного впливу на елементи КНБК:

- Було проведено порівняльний аналіз різних типів обладнання, спрямованого на зниження негативного впливу на елементи КНБК.
- Дослідження показало, що деякі типи обладнання не є досить ефективними в реальних умовах.
- Необхідно розробляти нові та більш ефективні технічні рішення для захисту елементів КНБК від зносу, вібрації та інших негативних факторів.

5. Практичні рекомендації:

- Вибір обладнання для буріння глибоких і надглибоких свердловин повинен здійснюватися на основі ретельного аналізу геолого-технічних умов, економічної доцільності та практичної ефективності.

- Необхідно продовжувати дослідження та розробку нових технічних рішень для буріння глибоких і надглибоких свердловин, спрямованих на підвищення ефективності та безпеки буріння, а також на зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

## **GENERAL CONCLUSIONS ON THE WORK**

The use of various modern technological equipment makes it possible to simplify well construction and reduce the impact of negative factors. Technical solutions currently allow for the construction of wells with a wellbore length of more than 15,000 meters.

However, the use of most types of equipment is limited by its economic feasibility and efficiency in real-world conditions. There is no urgent need to develop a range of technical solutions for drilling oil and gas wells. Currently, the optimal classical layouts with high velocity drilling fluid are used for well drilling.

In the analytical final qualification work, the efficiency of using modern technical solutions for the construction of deep and ultra-deep oil and gas wells was analyzed. The economic profitability of specific types of equipment was substantiated.

A comparative analysis of equipment to reduce the negative impact on the BHA elements and justification of their unsuitability in real conditions was carried out.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Винников Ю.Л. Методологія науково-дослідних робіт: конспект лекцій для студентів спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології. Ступінь вищої освіти – магістр / Ю.Л. Винников. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022 – 70 с.
2. Колісніченко Е.В. Бурові промивальні рідини: конспект лекцій / Е.В. Колісніченко. – Суми: СумДУ, 2013. – 76 с.
3. Політучий О.І. Буріння нафтових і газових свердловин: навч. посібник / О.І. Політучий. – Полтава: НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2021. – 170 с.
4. Сенюшкович М.В. Первинне розкриття та випробування продуктивних пластів: конспект лекцій / М.В. Сенюшкович – Івано-Франківськ: Факел, 2003. – 267 с.
5. Буріння свердловин: навч. посіб. / Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, Ю.Л. Винников, М.О. Харченко, В.О. Расцветаєв; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – 292 с.
6. Промивальні рідини в бурінні: Підручник для студентів спеціальностей 184 «Гірництво» та 185 «Нафтогазова інженерія та технології» / Є.А. Коровяка, Ю.Л. Винников, А.О. Ігнатов, О.В. Матяш, В.О. Расцветаєв; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка», 4-те вид., доп. – Дніпро : Журфонд, 2023. – 420 с.
7. Коцкулич Я.С. Закінчування свердловин: підручник / Я.С.Коцкулич, О.В. Тищенко. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2009. – 366 с.
8. Гошовський С.В. Ефективність сучасних технологій вторинного розкриття продуктивних горизонтів і шляхи її підвищення / С.В. Гошовський, Ю.І. Войтенко, П.О. Сорокін // Нафтова і газова промисловість. – 2013. – №2. – С. 12 – 15.
9. Світлицький В.М. Сучасні проблеми розкриття та збереження продуктивних характеристик пластів / В.М. Світлицький, О.О. Іванків,

Є.В. Вішнікін // Нафтова і газова промисловість. – 2006. – №6. – С. 16 – 18.

10. До оцінки первинного розкриття продуктивних горизонтів на родовищах України / М.А. Мислюк, І.М. Ковбасюк, В.М. Стасенко, М.В. Гунда // Нафтова і газова промисловість. – 2005. – №6. – С. 17 – 19.

11. До питання визначення відкритої пористості порід за допомогою газоволюметричного методу / М.Ю. Нестеренко, Я.А. Пилип, В.В. Іванов, Ю.М. Віхоть // Нафтова і газова промисловість. – 2011. – №2. – С. 17 – 20.

12. Нестеренко М.Ю. До питання визначення відкритої пористості порід за допомогою газоволюметричного методу / М.Ю. Нестеренко, Я.А. Пилип, В.В. Іванов, Ю.М. Віхоть // Нафтова і газова промисловість. – 2011. – №2. – С. 17 – 20.

13. Новітні методи розкриття та освоєння пластів з аномально низькими пластовими тисками / О.О.Іванків, В.М.Світлицький, М.М. Яворський, А.А.Писаренко // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2007. – №2(16). – С. 48 – 53.

14. Бойко В.С. Підземний ремонт свердловин / В.С. Бойко. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2009. – 587 с.

15. Дем'яненко І.І. Проблеми і оптимізація нафтогазопошукових і розвідувальних робіт на об'єктах Дніпровсько–Донецької западини / І.І. Дем'яненко. – Чернігів: ЦНТЕІ, 2004. – 220 с.

16. Карп І.М. Стан і перспективи розвитку нафтогазового комплексу України / І.М. Карп, Д.О. Єгер, Ю.С. Зарубін. – К.: «Наукова думка», 2006. – 309 с.

17. Рудий М.І. Кислотне діяння на нафтогазовий пласт: у 2 кн. / М.І. Рудий, С.М. Рудий, С.В. Наследніков. – Івано-Франківськ: «Галицька друкарня плюс». – Кн.1. – 2011. – 482 с.; Кн.2. – 2011. – 576 с.

18. Технологія і техніка буріння / В.С. Войтенко, В.Г. Вітрик, Р.С. Яремійчук, Я.С. Яремійчук. – Львів: Центр Європи, 2012. – 708 с.

19. Ефективні конструктивно-технологічні рішення об'єктів зберігання нафти і нафтопродуктів у складних інженерно-геологічних умовах: Монографія / В.О. Онищенко, Ю.Л. Винников, М.Л. Зоценко, М.О. Харченко, І.І. Ларцева,

В.І. Бредун, Т.М. Нестеренко. – Полтава: ФОП Пусан А.Ф., 2019. – 233 с.

20. Морські бурові платформи: Перший том. Монографія / В.Д. Макаренко, С.Ю. Максимов, Ю.Л. Винников, Ю.М. Кусков, М.О. Харченко. Під ред. проф. В.Д. Макаренко. – К.: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України. – 2020. – 420 с.

21. Дослідження впливу бурового розчину на механічні характеристики тампонажного каменю / Л.В. Бондар, Р.В. Петраш, О.В. Петраш, Н.М. Попович // Building innovations – 2020 : зб. наук. пр. за матеріалами III Міжнар. азерб.-укр. наук.-практ. конф. (1 – 2 черв. 2020 р., Баку – Полтава). – Полтава : Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020. – С. 61-64.

22. Принципи врахування геологічної невизначеності при стандартизації процесів буріння / Б. Цветкович, О.В. Петраш, Р.В. Петраш, К.О. Мосійчук, Р.О. Сліченко // Тези 72-ої наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету, присвяченої 90-річчю Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (Полтава, 21 квітня – 15 травня 2020 р.). – Полтава : Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020. – Т. 1. – С. 217-218.

23. А.Н. Попов, А.І. Співак, Т.О. Акбулатов і ін. Технологія буріння нафтових і газових свердловин: Учеб. для вузів. Під загальною редакцією А.І. Співака. - М .: ТОВ «Надра-Бизнесцентр», 2003. - 509 с.

24. Вовк М.О. Нетрадиційні поклади вуглеводнів в Україні / М.О. Вовк, А.С. Єльченко // Тези 69-ої наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету (Полтава, 19 квітня - 19 травня 2017 р.). – Полтава : ПолтНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 222-223.

25. Корнієнко М.О. Аналіз ознак алювіальних відкладів при пошуках перспективних колекторів нафти і газу / М.О. Вовк (Корнієнко) // Тези 67-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету (Полтава, 2 квітня – 22 травня 2015 р.). – Полтава : ПолтНТУ, 2015. – С. 168-170.

26. Поліщук Ю.М., Яценко Н.Г. Важкі нафти закономірності

просторового розміщення // Нафтове господарство. - 2007. -№2. - с.110-113.

27. Вовк М.О. Класифікація комбінованих пасток вуглеводнів північних флангів Донецької складчастої споруди та Бахмутської улоговини / М.О. Вовк, М.Л. Зоценко // Молодь: наука та інновації – 2020 : матеріали VIII Ювілейної Всеукр. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів і молодих вчених (Дніпро, 26-27 листоп. 2020 р.). – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – Т. 8. – С. 33-34.

28. Воєнчук М.П. Геологічна будова і нафтогазоносність солянокупольних структур Дніпровсько-Донецької западини / М.П. Воєнчук, М.О. Вовк // Академічна й університетська наука: результати та перспективи : зб. наук. пр. XII Міжнар. наук.-практ. конф., 6 груд. 2019 р. – Полтава : Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2019. – С. 197-200.

29. Савик В.М. Використання вибійного бурового обладнання для буріння нафтових свердловин при зниженому гідростатичному тиску в стволі свердловини / В.М. Савик, П.О. Молчанов, М.М. Лях // Нафтогазова інженерія: наук.-техн. журн. – Полтава : ПолтНТУ, 2017. – Число 2. – С. 81– 88.

30. Schaaf, S., Pafitis, D., and Guichemerre, E. 2000. Application of the point the bit rotary steerable system in Directional drilling Prototype Well-Bore profiles. Presented at the SPE/AAPG Western Regional Meeting, Long Beach, California, and 19-22 June. SPE-62519-MS.

31. Abraham W. Khaemba, Dennis M. Onchiri, BHA and drilling parameters design for deviation control in directional wells-menengai experience. Proceedings of the 6th African Rift Geothermal Conference (2016), p.8

32. Wang Haige, Ge Yunhua, Shi Lin, Technologies in deep and ultra-deep well drilling: Present status, challenges and future trends in the 13th Five-Year Plan period (2016-2020). Natural Gas Industry B 4 (2017), pp. 319-326

33. Jiayang Xia, Changxue Yang, Xingzhong Wang, Key technologies for well drilling and completion in ultra-deep sour gas reservoirs, Yuanba Gasfield, Sichuan Basin. Natural Gas Industry B 3 (2016), pp. 607-613

34. Briaud J.-L. Geotechnical Engineering: Unsaturated and Saturated Soils / J.-L. Briaud. Wiley. – 2013. – 1024 p.

35. Manjriker A. Foundation Engineering / A. Manjriker, I. Gunarante. – New York: Taylor and Francis, 2006. – 608 p.
36. Vynnykov Yu.L. Practical problems of anisotropic soil mechanics: Monograph / Yu.L. Vynnykov, A. Aniskin. – Varazdin: University North, Croatia, 2019. – 157 p.
37. Churcher P.L. Properly designed underbalanced drilling fluids can limit formation damage / P.L. Churcher // Oil and Gas J. – 1996, Vol. 94, №18. – P. 50 – 56.
38. Oil Wells Hydrate Formation Regularities / A. Liashenko, V. Makarenko, Yu. Vynnykov, O. Petrash // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 3/6 (111) 2021. – P. 19 – 24.
39. Correlation equation between physical and mechanical properties of sedimentary rocks / M. Zotsenko, Yu. Vynnykov, M. Kharchenko, M. Rybalko, A. Aniskin // Academic Journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering. – Poltava: Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University. – 2022. – Is. 2(59)'. – P. 89 – 91.
40. The development of potassium cellulosic polymers and their contribution to the inhibition of hydratable clays / S. Palumbo, D. Giacco, M. Ferrari, P. Pirovano // SPE JADC Drilling conf. – 1989. III. – №18477. – P. 149 – 152.