

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Природничих наук і технологій  
(факультет)  
Кафедра нафтогазової інженерії та буріння  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеня магістр  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Васильченко Роман Сергійович  
(ПІБ)  
академічної групи 185М-22-1  
(шифр)  
спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології  
(код і назва спеціальності)  
спеціалізації за освітньо-професійною програмою Нафтогазова інженерія та технології  
(офіційна назва)  
на тему Розробка технічних засобів для керування трасою похило-скерованих свердловин  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Хоменко В.Л.			
розділів:				
Технологічний	Хоменко В.Л.			
Охорона праці	Муха О.А.			
Економічний	Хоменко В.Л.			
<b>Рецензент</b>	Камишацький О.			
<b>Нормоконтролер</b>	Расцветаев В.О.			

Дніпро  
2023

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

нафтогазової інженерії та буріння

(повна назва)

Коров'яка Є.А

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня магістр**  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Васильченко Роман Сергійович академічної групи 185М-22-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології  
(код і назва спеціальності)

спеціалізації за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_  
185 Нафтогазова інженерія та технології  
(офіційна назва)

на тему Розробка технічних засобів для керування трасою  
похило-скерованих свердловин

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 05.09.2023 № 1036-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	1 Структура і класифікація інклінометричних приладів і систем 2 Інклінометричні датчики 3 Автономні інклінометри для оперативного контролю 4 Інклінометри на каротажному кабелі 5 Телеметричні системи 6 Розробка удосконаленої конструкції інклінометра	11.09.2023- 29.11.2023
Економічний. Охорона праці	7 Розрахунок економічної ефективності застосування інклінометра 8 Охорона праці 9 Охорона навколишнього середовища	30.11.2023- 08.12.2023

Завдання видано \_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

Хоменко В.Л.  
(прізвище, ініціали)

Дата видачі \_\_\_\_\_ 11.09.2023

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_ 08.12.2023

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_ Васильченко Р.С.

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота 71 стор., 25 рис., 13 табл., 23 бібл.

Об'єкт дослідження – процес виміру просторового положення свердловини.

Мета роботи – розробити пристрій вимірювання просторового положення свердловин.

Засоби дослідження – аналіз літератури, виробничого досвіду та теоретичні дослідження.

Розглянуто структуру та класифікацію інклінометричних приладів та систем, окрему увагу приділено інклінометричним датчикам. Детально проаналізовано інклінометри для оперативного контролю та інклінометри на каротажному кабелі. Описано сучасні телеметричні системи, що дозволяють контролювати велику кількість параметрів свердловини.

БУРІННЯ ПОХИЛО-СКЕРОВАНИХ СВЕРДЛОВИН, ВИКРИВЛЕННЯ,  
ВИМІР ВИКРИВЛЕННЯ, ІНКЛІНОМЕТР, ТЕЛЕМЕТРИЧНА СИСТЕМА,  
АЗИМУТ, ЗЕНІТНИЙ КУТ

## ЗМІСТ

1. СТРУКТУРА І КЛАСИФІКАЦІЯ ІНКЛІНОМЕТРИЧНИХ ПРИЛАДІВ І СИСТЕМ .....	6
1.1. Структура інклінометричних приладів та систем.....	6
1.2. Класифікація інклінометричних приладів та систем.....	7
2. ІНКЛІНОМЕТРИЧНІ ДАТЧИКИ .....	11
2.1. Гравітаційні датчики .....	11
2.2. Датчики магнітного поля.....	13
2.3. Гіроскопічні датчики.....	13
3 АВТОНОМНІ ІНКЛІНОМЕТРИ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ .....	14
4. ІНКЛІНОМЕТРИ НА КАРОТАЖНОМУ КАБЕЛІ.....	31
5. ТЕЛЕМЕТРИЧНІ СИСТЕМИ.....	45
6. РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ІНКЛІНОМЕТРА .....	53
7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНКЛІНОМЕТРА .....	57
8. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	60
8.1. Аналіз травматизму при роботах на бурових установках.....	60
8.2. Буріння похило-скерованих і горизонтальних свердловин .....	60
8.3. Буріння бокового ствола.....	61
9 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	65
ВИСНОВКИ .....	68
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....	69

## ВСТУП

Похило-скероване буріння поступово стає основним видом буріння як на суші, так і на морі при проходженні свердловин зі стаціонарних морських платформ. Одночасно існує тенденція підвищення вимог до точності попадання вибою свердловин у задану точку та дотримання проектного профілю свердловини. Тому необхідно забезпечувати ефективний контроль просторового положення стовбура свердловин.

Інклінометрія – метод визначення просторових координат свердловин, що дозволяє встановити правильність буріння у заданому напрямку. Необхідність скорочення термінів будівництва свердловин та збільшення продуктивності праці у бурінні ставить перед творцями інклінометричних приладів та систем завдання підвищення не тільки точності відповідної вимірювальної апаратури, а й оперативності отримання інклінометричної інформації, а також скорочення витрат часу під час проведення інклінометричних робіт. Це спричинило розробку нових приладів та інформаційно-вимірювальних систем з використанням останніх науково-технічних досягнень. Удосконалюються методи та алгоритми обробки даних, широко застосовується обчислювальна техніка.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі було розглянуто структуру інклінометричних приладів та систем. Наведено їх класифікацію за різними ознаками. Розглянуто різні інклінометричні датчики: гравітаційні, датчики магнітного поля та гіроскопічні.

Проаналізовано автономні інклінометри для оперативного контролю, а також інклінометри, що спускаються до свердловини на каротажному кабелі.

Розглянуто сучасні телеметричні системи.

Розроблено нову, удосконалену конструкцію інклінометра, яка дозволяє підвищити точність вимірювання кривизни свердловини за рахунок зменшення похибки вимірювання зенітного та азимутального кутів свердловин.

У дипломній роботі наведені заходи з охорони праці та охорони навколишнього середовища.

Таким чином, в результаті виконання дипломної роботи було досягнуто всіх цілей і завдань, що стояли перед початком досліджень.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мислюк М.А., Рибчич І.Й., Яремійчук Р.С. Буріння свердловин: У 5 т. Том 3. Вертикальне та скероване буріння. К. : Інтерпрес ЛТД, 2004. – 293 с.
2. Побідинський Д., Геревич В., Слаута А., Хоменко В., Пащенко О. Причини викривлення нафтових і газових свердловин. Український гірничий форум – 2021: матеріали міжнар. конф., 4-5 листопада 2021 р., м. Дніпро. – Д.: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2021. – 248-255 с.
3. Vieira, J.L., 2009: Controlled directional drilling (4th edition). Petroleum Extension Service, Austin TX, 133 pp.
4. Baker Hughes. Directional Drilling An Overview. – 1996. – 109 p.
5. Inglis T.A. Directional Drilling. Graham & Trotman / Springer, 1987. – 272 p.
6. Heriot-Watt Institute of Petroleum Engineering. Drilling Engineering, 2005.
7. Islam M. R., Hossain M. E. Drilling Engineering: Towards Achieving Total Sustainability. – Gulf Professional Publishing, 2021.
8. Економіка і організація виробництва / Петренко К.В., Скоробогатова Н. Є. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 177 с.
9. Short, J.A., 1993. Introduction to Directional and Horizontal Drilling. In: PennWell Publishing Company, Tulsa, OK.
10. Biletskiy, M. T., Ratov, B. T., Khomenko, V. L., Borash, B. R., & Borash, A. R. (2022). Increasing the Mangystau peninsula underground water reserves utilization coefficient by establishing the most effective method of drilling water supply wells. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 5(455), 51-62. <https://doi.org/10.32014/2518-170X.217>.
11. Biletsky, M. T., Kozhevnykov, A. A., Ratov, B. T., & Khomenko, V. L. (2019). Dependence of the drilling speed on the frictional forces on the cutters of the rock-cutting tool. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 1, 21–27. <https://doi.org/10.29202/nvngu/20191/22>.
12. Biletsky, M.T., Ratov, B.T., Khomenko, V.L., Korovyaka, E.A., Borash, B.R. (2022). Improvement of technology for drilling large diameter wells with reverse circulation. Наукові праці донецького національного технічного університету. Серія: «гірничо-геологічна»: Всеукраїнський науковий збірник ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», 1(27)-2(28), 18-25. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2022-1\(27\)-2\(28\)-18-25](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2022-1(27)-2(28)-18-25).
13. Borash B.R., Biletskiy M.T., Khomenko V.L., Koroviaka Ye.A., Ratov B.T. (2023) Optimization of technological parameters of airlift operation when drilling water wells. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 25-31. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-3/025>.
14. Khomenko, V. L., Ratov, B. T., Pashchenko, O. A., Davydenko O. M., & Borash B. R. (2023). Justification of drilling parameters of a typical well in the conditions of the Samskoye field. ICSF-2023 IOP Publishing IOP Conference Series:

Earth and Environmental Science 1254 (2023). 012052. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1254/1/012052>.

15. Kirin R. S., Baranov P. M., Khomenko V. L. The State Service of Geology and Subsoil of Ukraine (Geonadra) as a legal subject exercising the right of geological control // *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. – 2020. – V. 29. – №. 1. – P. 69-81. <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/112007>

16. Kozhevnykov A., Khomenko V., Liu B. C., Kamyshatskyi O., Pashchenko O. The History of Gas Hydrates Studies: From Laboratory Curiosity to a New Fuel Alternative // *Key Engineering Materials*. – Trans Tech Publications Ltd, 2020. – T. 844. – P. 49-64. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.844.49>.

17. Зінченко В.А. Науковий керівник: Хоменко В.Л. Закономірності природного викривлення свердловин при бурінні на нафту і газ. Тиждень студентської науки – 2022: Матеріали сімдесят сьомої студентської науково-технічної конференції (Дніпро, 16-20 травня 2022 року). – Д.: НТУ «ДП», 2022. – С. 23-25.

18. Kozhevnykov, A. A., Ratov, B. T., Arshidinova, M. T., Khomenko, V. L., Bayboz, A. R., & Sabirov, B. F. (2017). The 100th Anniversary of the Establishment of the Carbide: Carbide Bit. *International Journal of Chemical Sciences*, 15(2), 188.

19. Ratov B.T., Fedorov B.V., Khomenko V.L., Baiboz A.R., Korgasbekov D.R. Some features of drilling technology with PDC bits // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. – 2020. – № 3. – P. 13-18. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-3/013>.

20. Ratov B.T., Khomenko V.L., Koroviaka Ye.A., Borash B.R., Shypunov S.O. Development of an effective technology for the construction of large-diameter water wells. <https://doi.org/10.31713/m1213>. Key trends of integrated innovation-driven scientific and technological development of mining regions / edited by prof. Z. R. Malanchuk and prof. M. Lazar. – Petroșani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2023. – 696 p. <https://doi.org/10.31713/m1201>.

21. Ratov, B., Borash, A., Biletskiy, M., Khomenko, V., Koroviaka, Y., Gusmanova, A., Pashchenko, O., Rastsvietaiev, V., & Matyash O. (2023). Identifying the operating features of a device for creating implosion impact on the water bearing formation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(1 (125), 35–44. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.287447>.

22. Shapoval V.G., Pashchenko O.A., Zhilinska S.R., Khomenko V.L., Ivanova H.P. Application of Shashenko criterion to predicting the strength of sandy loam soils during horizontal directional drilling. *Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць*. – Вип. 24. – Київ: ІНМ ім. В. М. Бакуля НАН України, 2021. – С. 114-120.

23. Kirin R. S., Khomenko V. L., Illarionov O. Yu., Koroviaka Ye. A. (2022). Dichotomy of Legal Provision of Ecological Safety in Excavation, Extraction and Use of Coal Mine Methane. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (5), 128-135. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-5/128>.

## Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1					
2			Документація		
3					
4	A4	НГІБ.ОПП.23.31.ПЗ	Пояснювальна запис-ка	71	
5					
6			Графічні матеріали		
7					
8		НГІБ.ОПП.23.31.01.ГЧ	Інклінометричні прилади і системи	4	
9		НГІБ.ОПП.23.31.02.ГЧ	Інклінометри	4	
10		НГІБ.ОПП.23.31.03.ГЧ	Телеметричні системи	5	
11		НГІБ.ОПП.23.31.04.ГЧ	Удосконалена конструкція інклінометра	2	
12		НГІБ.ОПП.23.31.05.ГЧ	Розрахунок економічної ефективності застосування інклінометра	1	

З повним текстом кваліфікаційної роботи є можливість ознайомитись  
на кафедрі нафтогазової інженерії та буріння:

49005 м. Дніпро,  
пр. Дмитра Яворницького, 19,  
корпус 7, кімнати 701-705,  
<https://trkk.nmu.org.ua/ua/>