

**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

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

Гоголюк Данило Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Особливості закінчення свердловин в різних гірничо-геологічних умовах із застосуванням технології SmartWell для подальшої безаварійної експлуатації

Керівник проекту (роботи) к.т.н., доц., доцент кафедри буріння та геології Матяш О.В.

(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 проблем експлуатації свердловин на нафту і газ та перспективи впровадження сучасних технологій для їх експлуатації.

2. Обґрунтування впровадження технологій SmartWell.

3. Впровадити результати дослідження в практику 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.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ SMART WELL	9
1.1. Світовий досвід модернізації нафтогазоконденсатних промислів на пізній стадії розробки (родовища типу браунфілд)	9
1.2. Інновації ДЕГК Нафтогаз.....	15
1.3. Технологія розумних свердловин SmartWell	19
1.4. Відновлення свердловин шляхом забурювання бокових стовбурів.....	22
1.5 Апробація технології SmartWell.....	30
1.6. Переваги та проблеми застосування технології розумних свердловин ...	32
1.7. Висновки до розділу 1. Постановка задачі та мети дослідження.....	34
РОЗДІЛ 2. ПІДБІР ПРИСТРОЇВ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ СВЕРДЛОВИНОЮ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ SMARTWELL.....	35
2.1. Обґрунтування доцільності застосування технології SmartWell.....	35
2.2. Досягнення провідних компаній в розвитку технологій SmartWell.....	39
2.3. Складові розумної свердловини	46
2.4. Пристрої контролю притоку (Inflow control device (ICD)	47
2.5 Активні пристрої контролю притоку (Interval control valve (ICV)	50
2.6. Основні функціональні відмінності між ICD і ICV.....	54
2.7. Зональні пакери.....	56
2.8. Свердловинні датчики та система наземного контролю	56
2.9. Висновки до розділу 2	57

РОЗДІЛ 3. ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ SMARTWELL ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СВЕРДЛОВИНИ В РЕАЛЬНИХ УМОВАХ	59
3.1 Обґрунтування передбачуваних рішень щодо підвищення продуктивності вертикальної свердловини	59
3.2. Аналіз гірничо-технічних і геологічних умов спорудження бічного стовбуру свердловини із існуючої експлуатаційної колони	64
3.3. Обґрунтування проектної конструкції SmartWell	72
3.4. Оцінка економічної ефективності при запровадженні технології SmartWell на горизонтальному закінчуванні, влаштованого із існуючої свердловини	76
3.5. Висновки до розділу 3	78
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	83

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний етап розвитку як світової, так і Української нафтогазової промисловості характеризується збільшенням кількості родовищ, які значно вичерпали свій ресурс і знаходяться на пізній стадії розробки (родовища типу браунфілд). Підвищити коефіцієнт нафтогазовіддачі родовища типу браунфілд можна за рахунок впровадження на ньому інноваційних цифрових технологій нового покоління, таких як технології інтелектуальних нафтогазових родовищ SmartField (віддалений моніторинг та буріння свердловин в реальному часі, розумні Smart (інтелектуальні Intelligent) закінчення свердловини тощо.

Також для підвищення продуктивності свердловин та максимального вилучення вуглеводнів з пластів на родовищах типу браунфілд доцільно розкривати продуктивний пласт горизонтальним стовбуром з великим виносом (довжиною до 3000 м на глибинах понад 6000 м), забуренням бокових стовбурів (із десятками вибоїв із горизонтальної ділянки) з інтелектуальним закінченням SmartWell.

Технологія розумних свердловин SmartWell, також відома як технологія інтелектуального закінчення свердловин, – це системи моніторингу, яка має можливість збирати, передавати та аналізувати дані про видобуток (пластові температури і тиски; припливи в кожній точці свердловини із пласта; стан привибійної зони тощо), одночасно забезпечуючи можливість дистанційного керування різними технологічними процесами.

Використання технологій розумних свердловин SmartWell знижує витрати на внутрішньо-свердловинне втручання всього на 5%, тоді як приблизно 60% загальної економії отримують за рахунок зростання надходжень від сумарного збільшення видобутку вуглеводнів. Зменшення витрат на наземні об'єкти та саму свердловину становить близько 35% економії. Також перевагою застосування технології інтелектуального закінчення SmartWell до багатовибійних свердловин дає операторам можливість ізолювати, контролювати, тестувати кожен стовбур,

підтримувати пік видобутку нафти та газу, продовжувати термін продуктивності свердловини та зменшити або уникнути конусоутворення водного горизонту.

Тому застосування технологій розумних свердловин SmartWell на родовища вуглеводнів України є актуальною задачею нафтогазової інженерії та технологій.

Мета і задачі досліджень. Метою магістерської роботи є обґрунтування застосування технологій розумних свердловин SmartWell на реальному родовищі України.

Для досягнення зазначеної мети поставлені такі **задачі**:

- проаналізувати світовий досвід модернізації нафтогазоконденсатних промислів на пізній стадії розробки (родовища типу браунфілд);
- проаналізувати сучасний стану розвитку технологій SmartWell;
- виконати підбір пристроїв для реалізації автоматизованого керування свердловиною за технологією SmartWell;
- обґрунтувати доцільність застосування технології SmartWell в різних умовах;
- запровадити результати досліджень на свердловині №47 родовищі «Х», що знаходиться на пізній стадії розробки (типу браунфілд).

Об'єктом дослідження є рішення збільшення продуктивності свердловини та ефективної її експлуатації із застосуванням технології SmartWell на родовищі, яке значно вичерпало свій ресурс і знаходиться на пізній стадії розробки.

Предмет дослідження – методи збільшення продуктивності свердловини шляхом застосування технології SmartWell в геолого-технічних умовах одного із родовищ України.

Методи дослідження: методи підземної гідрогазодинаміки; аналіз інформаційних джерел; синтез; абстрагування; узагальнення; пояснення; класифікація; моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів:

- удосконалено методику впливу на привибійну зону пласта шляхом використання технології SmartWell

Практичне значення роботи полягає в тому, що отримані автором у процесі досліджень результати дозволили обґрунтувати впровадження технології SmartWell на свердловині №47 родовища Х для збільшення вилучення вуглеводнів.

Структура і обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Вона викладена на 85 сторінках, у тому числі 40 рисунків, 5 таблиць, 5 сторінок списку використаних джерел (53 найменувань).

Перший розділ присвячений вивченню світового досвід модернізації нафтогазоконденсатних промислів на пізній стадії розробки (родовища типу браунфілд), загальним поняттям технології розумних свердловин SmartWell та переваг її застосування, методам застосування багатовибійних свердловин.

У другому розділі розглянуто досягнення провідних компаній в розвитку технологій SmartWell. Описано складові розумної свердловини (пристрої контролю притоку ICD, ICV; датчики температури, тиску, обводненості; зональні пакери; поверхневі та свердловинні манометри; кабелі управління, зв'язку та живлення).

Третій розділ присвячено розробці рекомендації щодо модернізації свердловини №47 на родовищі «Х», що знаходиться на пізній стадії розробки (типу браунфілд). Обґрунтовано технологію забурювання бічного стовбуру із діючої свердловини, спорудження горизонтального закінчування та підібрано пристрої для автоматизованого керування даною свердловиною із застосуванням технології SmartWell. Проаналізовано економічну ефективність.

Загальні висновки відображають головні результати, що отримано в роботі.

Магістерська робота виконана у Навчально-науковому інституті нафти і газу Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» в 2022 році під керівництвом к.т.н., доцента, доцента кафедри буріння та геології Харченко Максима Олександровича.

Автор висловлює щирі подяку науковому керівнику к.т.н., доц. Харченку М.О. за допомогу при виконанні магістерської роботи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведені дослідження дозволили вирішити важливу задачу удосконалення методики впливу на привибійну зону пласта шляхом використання технології SmartWell для збільшення продуктивності свердловини на одному із родовищ України.

1. В роботі проаналізовано перспективні напрямки підвищення продуктивності свердловин та максимального вилучення нафти з пластів на нафтогазових родовищ України на пізній стадії розробки (родовища типу браунфілд). А саме, впровадження технології інтелектуальних родовищ (віддалений моніторинг, буріння в реальному часі, розумні (інтелектуальні) закінчення свердловини (SmartWell, Intelligent well technology (IWT), 4-D візуалізацію та моделювання); розкриття продуктивного пласта горизонтальним стовбуром (довжиною до 3000 м на глибинах понад 6000 м) або забуренням бокових стовбурів свердловин з інтелектуальним закінченням SmartWell.

2. Технологія розумних свердловин SmartWell є однією з передових технологій, яка об'єднує постійні свердловинні датчики з контрольованими поверхневими свердловинними клапанами регулювання потоку, що дозволяє операторам контролювати, оцінювати та активно керувати видобутком у режимі реального часу. Усе це досягається без будь-яких втручань у свердловину, таким чином повністю виключаючи ризик та економічні втрати, пов'язані з втручанням (внутрішньосвердловинні роботи) у свердловину.

3. За рахунок впровадження сучасних технологій компанія ДТЕК Нафтогаз збільшила дебіти свердловин (в 2021 році видобула 1,88 млрд м³ газу, що на 2% більше ніж 2020), наростила ресурсний потенціал діючих об'єктів, оптимізувала програми буріння. При цьому темпи вилучення запасів зросли до 16-19%, в той час як для газовидобувної галузі країни цей показник складає приблизно 5-10%.

4. На основі аналізу, повного спектру обладнання для автоматизованого керування свердловиною за технологією SmartWell різних сервісних компаній та досвід їх використання в реальних умовах, можна зробити висновки, що дана

технологія здатна адаптуватися до змін умов свердловини (незалежно від того, чи ці зміни є частиною запланованої стратегії експлуатації пласта або незапланованої події), є ключовим компонентом стратегії експлуатації для максимізації остаточного вилучення запасів за допомогою максимального контролю, моніторингу в режимі реального часу та можливості замкнутого циклу. Нарешті, розумна свердловина може допомогти операторам прийняти правильне рішення в потрібний час шляхом мінімізації рівня невизначеності.

5. Запроваджено результати досліджень на свердловині №47 родовища «Х», що знаходиться на пізній стадії розробки (типу браунфілд). Для досягнення максимальної продуктивності свердловини №47 було запропоновано з існуючої експлуатаційної колони на глибині 2100 м виконати забурення похило-скированого бічного стовбуру з горизонтальним закінченням (довжиною 591 м на глибині 2500 м) в продуктивному горизонті. Хвостовик доцільно не цементувати вздовж продуктивного пласта, а обладнати дротяними протипіщаними фільтрами та заколонними пакерами. Хвостовик передбачено підвісити за допомогою пакера підвіски на 100 метрів вище башмака експлуатаційної колони, який буде встановлено в зоні забурювання бічного стовбура та обладнати елементами розумної свердловини SmartWell (пристрої контролю потоку MC-Series Interval Control Valves компанії Halliburton; зональні пакери Swellable packers Halliburton; систему моніторингу DataSphere®LinX® компанії Halliburton; свердловинні датчики температури, тиску, обводненості; кабелів управління, зв'язку та живлення).

6. Для обґрунтування ефективності технології SmartWell проведено гідродинамічне моделювання. Розрахунки закінчення свердловин у гідродинамічній моделі та моделювання процесів фільтрації проводилося за допомогою гідродинамічного симулятора «Eclipse100» компанії Schlumberger. За даними моделювання встановлено, що за 10 років роботи свердловини за рахунок використання системи розумної свердловини можна збільшити накопичений

видобуток нафти більш ніж на 125 000 м³. За цей же період вдалося знизити на 35% приплив води в порівнянні зі стандартним закінченням.

7. Розглянута технологія розумної свердловини приносить великий економічний ефект підприємствам, тим паче у разі великих обсягів робіт, тобто. при великій кількості свердловин, закінчених за цією технологією. Буріння зарізки горизонтального стовбура зі стандартним закінченням також ефективне, але технологія розумної свердловини дозволяє збільшити обсяг видобутку, зберігши при цьому в роботі материнський стовбур і, тим самим, додатково збільшити прибуток підприємства. Використання технологій розумної свердловини зменшує витрати на наземні об'єкти та саму свердловину на 30%, загальної економії становить 47% яка отримується за рахунок зростання надходжень від сумарного збільшення видобутку вуглеводнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Anderson AB, Aubed YM, Al-Sarrani HF. A Case Study of the World's First Maximum-Reservoir-Contact Well With Intelligent Well Systems and MultiPhase Flow Monitoring. SPE Middle East Oil and Gas Show and Conference; 11-14 March 2007; Kingdom of Bahrain: Society of Petroleum Engineers; 2007
2. Adekunle O. Intelligent well applications in production wells / Dissertation, 2012/ - DOI:10.13140/RG.2.1.3832.7842
3. Ajayi AA, Konopczynski MR. Evaluating Intelligent-Well-System Requirement for an Offshore Field Development. SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference; 20-23 June 2005; Rio de Janeiro, Brazil: Society of Petroleum Engineers; 2005.
4. Birchenko V.M., Al-Khelaiwi F.T., Konopczynski M.R., Davies D.R. Advanced wells: how to make a choice between passive and active inflow-control completions // Paper SPE 115742 prepared for presentation at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition. Denver, Colorado, USA, 21–24 September 2008. 15 p.
5. Collins J.R, Neuber E.B. The Agbami Intelligent Well: Examples Of Active Reservoir Management. SPE International Production and Operations Conference & Exhibition; 14-16 May 2012; Doha, Qatar: Society of Petroleum Engineers; 2012.
6. Chacon A, McCutcheon J.B, Schott D.W, Arias B.J, Wedgwood J.M. Na Kika Field Experiences in the Use of Intelligent Well Technology to Improve Reservoir Management. International Petroleum Technology Conference; 4-6 December 2007; Dubai, U.A.E.: International Petroleum Technology Conference; 2007.
7. Cullick S, Sukkestad T. Smart Operations With Intelligent Well Systems. SPE Intelligent Energy Conference and Exhibition; 23-25 March 2010; Utrecht, The Netherlands: Society of Petroleum Engineers; 2010
8. Gao C., Rajeswaran T., Nakagawa E. A literature review on smart well technology // Paper 106011 prepared for presentation at the Production and Operations Symposium. Oklahoma City, Oklahoma, USA, 31 March–3 April 2007. 9 p.

9. Grebenkin I.M., Davis D.R., Analysis of the Impact of an Intelligent Well Completion on the Oil Production Uncertainty, SPE 136335, 2010
10. Mubarak, S. M., Pham, T. R., Shamrani, S. S., and Shafiq, M. (2007). Using Down-Hole Control Valves to Sustain Oil Production From the First Maximum Reservoir Contact, Multilateral and Smart Well in Ghawar Field: Case Study, paper IPTC 11630 presented at the International Petroleum Technology Conference in Dubai, U.A.E., 4-6 December.
11. Ma Huiyuna Review of intelligent well technology / Ma Huiyuna, Yu Chengganga, Dong Liangliangb, Fu Yukuna, Shuai Chunganga, Sun Hanwenb, Zhu Xiaohuab// Petroleum – 2020. – Volume 6, Issue 3. – P.226-233 <https://doi.org/10.1016/j.petlm.2019.11.003> .
12. Md. Nahin Mahmood A Review on Smart Well Completion System: Route to the Smartest Recovery / Md. Nahin Mahmood, Md. Zayed Bin Sultan, Navid Yousuf // International Conference on Petroleum Engineering. – 2016. – https://www.researchgate.net/publication/327559002_A_Review_on_Smart_Well_Completion_System_Route_to_the_Smartest_Recovery
13. Redutskiy Yu. Conceptualization of smart solutions in oil and gas industry / Yu. Redutskiy // The 7th International Conference on Sustainable Energy Information Technology. – Procedia Computer Science. – 2017. P. 745–753.
14. Smart wells and model-based field production optimization / Nafta-Gaz 2019, nr 1, s. 17–23, DOI: 10.18668/NG.2019.01.03
15. Smart Well Modelling for As Reservoir in AG Oil Field /Maaly S. Asad , Sameera M. Hamd-Alla // DOI: [http://doi.org/10.52716/jprs.v12i1\(Suppl.\).625](http://doi.org/10.52716/jprs.v12i1(Suppl.).625)
16. SHAW, J. 2011. Comparison of downhole control system technologies for intelligent completions. CSUG/SPE 147547. Canadian Unconventional Resources Conference, Calgary, Alberta, Canada, 15-17 November 2011.
17. Xiaohua Gu Modeling and Optimization of Beam Pumping System Based on Intelligent Computing for Energy Saving / Xiaohua Gu, Taifu Li, Zhiqiang Liao, Liping Yang, Ling Nie // Journal of Applied Mathematics. 2014. Vol. 2014. p.p.1–7.

18. World Energy Outlook 2017. URL: [https://www. iea.org/weo2017/](https://www.iea.org/weo2017/).
19. Берладина Т.Я. Дослідження ефективності застосування горизонтальних свердловин та забурювання додаткових бокових горизонтальних стовбурів у діючих свердловинах для інтенсифікації розробки Бистрицької складки Довбушансько-Бистрицького нафтового родовища / Т.Я. Берладина // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. Виробничий досвід. – 2010. Вип. №1 (34). – С. 165 – 168
20. Відновлення свердловин шляхом забурювання бокових стовбурів – перспективний напрям збільшення обсягів видобутку вуглеводнів/ Я.С. Коцкулич, А.М. Лівінський // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. — К.: ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, 2015. — Вип. 18. — С. 46-52
21. Выбор между пассивными и активными управляющими притоком устройствами при заканчивании интеллектуальной скважины / Э.С. Закиров, С.Н. Закиров, И.М. Индрупский, Д.П. Аникеев // Актуальные проблемы нефти и газа. Вып. 2(21) 2018. <http://oilgasjournal.ru>
22. ГАФИЧ І. Можливості нарощування видобутку газу: нові технології глибокого горизонтального буріння в Україні / Newfolk. НафтогазУкраїни / №7 (86) – 2022 р. С. 20 – 41
23. Гаричев С.Н. Технология управления в режиме реального времени / С.Н. Гаричев, Н.А.Ерёмин // учеб. пособие. ч. 1.- М.: МФТИ, 2015. – 196 с.: ил. ISBN 978-5-7417-0563-6 (Ч. 1)
24. Дорошенко В.М. Основні напрями вдосконалення систем розробки родовищ та потенціал нарощування видобутку нафти в Україні / В.М. Дорошенко, Ю.О. Зарубін, В.П. Гришаненко, В.Й. Прокопів, О.А. Швидкий // Нафтова галузь України – 2013. – № 2. – С. 27–30.
25. Казымов Ш.П. Опыт и перспективы применения скважинных фильтров с устройствами регулирования притока / Ш.П.Казымов, Фариз Ахмед // Научные труды. Proceedings – 2015 – С. 32 – 40

26. Корінний С.О проблеми та перспективи України в нафтогазовому секторі / С.О Корінний, К. М. Коблюк // Науковий вісник Ужгородського національного університету – 2018. – Вип. 20, Частина 2 – С. 37 – 41
27. Кочкодан В.Б. перспективи використання технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ в Україні // Причорноморські економічні студії. – 2017. – Вип. 16. – С. 186 – 190
28. Кочкодан В.Б. Доцільність упровадження технологій інтелектуальних нафтогазових родовищ на підприємствах НГК України // Причорноморські економічні студії. – 2018. – Вип. 28-2. – С. 169 – 173
29. Коцкулич Я. С. Розробка та впровадження комплексу технічних засобів і технологій буріння похило-скерованих і горизонтальних свердловин (для умов нафтогазових родовищ України) / Дисертація. – 2013.
30. Кривуля С.В. К вопросу изучения особенностей освоения нетрадиционных ресурсов газа в свете современных технологий [Текст] / С. В. Кривуля, И. М. Фык, Н. И. Камалов // Питання розвитку газової промисловості України: зб.наук.праць. – Х. : УкрНДІгаз, 2011. – Вип. XXXIX. – С. 235 – 243.
31. Кочнев А.А. Концепция «интеллектуального» месторождения / А.А. Кочнев // Master's journal. Пермский национальный исследовательский политехнический университет; Под ред. В.Ю. Петрова. – Пермь: Изд-во ПНИПУ. – 2015. – № 2. – С. 165–171
32. Миловзоров Г.В Системы управления для интеллектуальных скважин, эксплуатируемых глубинно-насосным способом / Миловзоров Г.В., Хакимьянов М.И., Редькина Т.А., Миловзоров А.Г. // Интеллектуальные системы в производстве. – 2015. – №1(25). С. 55–58.
33. Поздеев Д.А. Интеллектуальная станция ALC800 компании АВВ для управления станками-качалками / Д.А. Поздеев, С.В. Кудрявцев // Вестник НТУ ХПИ «Проблемы автоматизированного электропривода. Теория практика». – 2008. № 30. – С. 265–268.

34. Перспективи збільшення рівнів видобутку вуглеводнів шляхом буріння бокових стволів / О.Ю. Давиденко, І.О. Давиденко, О.І. Рудик // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. – 2015 р. – Вип. 43. – С. 38 – 45
35. Садыкова Р.Ш. Инновационные технологии в нефтяной промышленности: интеллектуальное оснащение скважин / Р.Ш. Садыкова, Л.А. Абдуллина, Л.И. Газизуллина // Актуальные проблемы экономики и права – 2013. – № 2. – С. 94-100.
36. Інтернет джерело https://www.slb.ru/services/completions/intelligent_completions/
37. Інтернет джерело <https://www.sitanpetro.com/digital-oilfield/intelligent-oil-production-increased-system/smart-digital-oilfield-systems.html>
38. Інтернет джерело <https://www.halliburton.com/en/completions/well-completions/intelligent-completions>
39. <http://www.oil-gasportal.com/petroleum-production-optimization/>
40. <https://jpt.spe.org/coupling-reservoir-and-well-completion-simulators-intelligent-multilateral-wells>
41. Інтернет джерело: <https://www.fishbones.as/news>
42. Технология за Круглым Столом: Интеллектуальные системы заканчивания скважин – 2016 – інтернет джерело <https://www.rogtecmagazine.com>
43. https://pikabu.ru/story/legko_li_dobyt_neft_kak_voskresit_skvazhinu_zarezka_bokovogo_stvola_7445600
44. <https://www.halliburton.com/en/resources/datasphere-linx-monitoring-system-data-sheet>
45. <https://rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2014/10/083.pdf>
46. <https://www.weatherford.com/products-and-services/well-construction-and-completions/>
47. <https://www.slb.com/completions/well-completions/intelligent-completions>
48. <https://investorcenter.slb.com/static-files/9969f735-4ad4-48fc-85d5-70582c9dad4d>

49. <https://4.imimg.com/data4/MC/WT/MY-6344469/intelligent-completions.pdf>
50. <https://dtek.com/media-center/news/dtek-naftogaz-vprovadiv-integrovanu-sistemu-cifrovih-dvijnikiv-rodovish/>
51. <https://youtu.be/4Gob8U9JIak>
52. <https://expro.com.ua/statti/yak-ukran-zrobiti-proriv-u-naroschuvann-vidobutku-vlasnogo-gazu>
53. II Львівська антикризова нафтогазова конференція «Ньюфолк НКЦ» «Буріння, бурові сервіси та екологія» | <https://www.youtube.com/watch?v=IjQag2xBI3Y>