

15612

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра нафтогазової інженерії та технологій



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор із науково-педагогічної
навчальної роботи

А.М. Мартиненко
2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Методи аналітичного та чисельного моделювання
багатостадійного гідророзриву у горизонтальній
свердловині»

(назва навчальної дисципліни)

підготовки доктора філософії
(назва ступеня вищої освіти)

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

Полтава
2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Методи аналітичного та чисельного моделювання багатостадійного гідророзриву у горизонтальній свердловині» для аспірантів спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти. Складена відповідно до освітньої-наукової програми «Нафтогазова інженерія та технології», 2024 року.

Розробник: Бранімір ЦВЕТКОВІЧ, доктор філософії, професор кафедри нафтогазової інженерії та технологій

Погоджено:

Гарант освітньої програми  Вікторія ДМИТРЕНКО

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри нафтогазової інженерії та технологій

Протокол від «28» серпня 2024 року № 1

Завідувач кафедри нафтогазової інженерії та технологій 

«28» серпня 2024 року

Схвалено Навчально-методичною комісією навчально-наукового інституту нафти і газу

Протокол від «30» серпня 2024 року № 1

Голова навчально-методичної комісії  Сергій ГАВРИК

«30» серпня 2024 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		форма навчання	
		денна	заочна
Кількість кредитів – 3	Галузь знань <u>18</u> <u>Виробництво та технології</u>	вибіркова	
Загальна кількість годин – 90			
Модулів – 1	Спеціальність	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2	185Нафтогазов а інженерія та технології	*	*
		Семестр	
		*	*
Індивідуальне завдання – не передбачено	Ступінь вищої освіти <u>доктор</u> <u>філософії</u>)	Лекції	
		20 год.	6
		Практичні, семінарські	
		10 год.	4
		Лабораторні	
		0 год.	0 год.
		Самостійна робота	
		60 год.	80
		Індивідуальна робота: 0 год.	
		Вид контролю: диференційний залік	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 30/60

для заочної форми навчання – 10/80

* 4, 5 або 6 семестр

2. Мета навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни – формування у здобувачів знань щодо аналітичного та чисельного розрахунку дебітів горизонтальних свердловин при проведенні багатостадійного гідророзриву пласта; розуміння процесів фільтрації поблизу свердловини та характеристик припливу через утворені поздовжньо-поперечні тріщини..

Завдання навчальної дисципліни – надати здобувачам знань про особливості фільтрації флюїдів у традиційних і нетрадиційних колекторах по системі штучно створених тріщин за допомогою багатостадійного гідророзриву пласта; навчити виконувати аналітичні розрахунки та чисельне моделювання горизонтальних і вертикальних свердловин з системою тріщин.

Дисципліна «Методи аналітичного та чисельного моделювання багатостадійного гідророзриву у горизонтальній свердловині» має забезпечити наступні програмні компетентності:

- Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми професійної та/або науково-інноваційної діяльності в нафтогазовій галузі, застосовувати методологію науково-дослідницької та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення;
- Здатність проводити теоретичні й експериментальні дослідження на відповідному рівні;
- Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання та технології у нафтогазовій галузі та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з нафтогазової інженерії та суміжних галузей;
- Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння наукових текстів за напрямом досліджень;
- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в нафтогазовій галузі, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень;
- Здатність застосовувати наукове обладнання, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та освітній діяльності;
- Здатність виконувати наукові завдання й вирішувати актуальні проблеми підвищення нафтогазовилучення нафтових та газових родовищ, розробки важковидобувних запасів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Попередньо опановані дисципліни: сучасні інформаційні технології в науковій діяльності, методологія та організація наукових досліджень в нафтогазовій інженерії та технологіях, інноваційні технології буріння; сучасні технологічні процеси розробки родовищ нафти і газу.

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Мати передові концептуальні та методологічні знання з нафтогазової інженерії та технологій і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій;

Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у нафтогазовій галузі та дотичних міждисциплінарних напрямках;

Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і ре-

зультати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми;

Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу великих масивів даних та/або складної структури, спеціалізоване програмне забезпечення, інформаційні системи та бази даних;

Оцінювати ефективність використання інноваційних нафтогазових технологій у конкретних умовах проектування та експлуатації нафтогазового об'єкта;

Розробляти та досліджувати технології підвищення нафтогазовилучення нафтових та газових родовищ, розробки важковидобувних запасів.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний пороговий рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 – 100	А	Відмінно	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції Здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	Високий , що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.
82 – 89	В	Добре	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	Достатній , що забезпечує Здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74 - 81	С	Добре	Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	Достатній , конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.

64 - 73	D	Задовільно	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	Середній, що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.
60 – 63	E	Достатньо	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використання м основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	Середній, що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни.
35 - 59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання екзамену/заліку	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни Здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних і лабораторних робіт в більшості є невірними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутні.	Низький, не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
0 – 34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/заліку.	Незадовільний, Здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання можуть бути: диференційований залік; стандартизовані тести; презентації результатів виконаних завдань та досліджень; аналітичні звіти, реферати.

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СВЕРДЛОВИН, ДЛЯ ЯКИХ ПРОВОДИТЬСЯ ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРИВ ПЛАСТА

Тема 1. Зниження дебіту тріщинуватої свердловини

Фактори впливу на продуктивність. Методики прогнозування дебіту. Аналіз причин зниження дебіту. Нестационарна фільтрація нафти. Фільтрація нафти при виснаженні. Додаткові характеристики гідророзриву свердловини

Практичне заняття № 1. Розрахунок методики прогнозування дебіту.

Тема 2. Криві пониження дебіту.

Типові криві падіння. Методи аналізу та інтерпретації. Прогнозування майбутнього видобутку. Нестационарна фільтрація до горизонтальної свердловини з розривами. Реакція свердловини на виснаження.

Тема 3. Аналітичні методи моделювання гідравлічного розриву пласта.

Моделі PKN, KGD. Розрахунок геометрії тріщин. Оцінка тиску розриву.

Тема 4. Чисельні методи моделювання БГРП

Метод скінченних елементів. Дискретне моделювання тріщин. Моделювання розподілу напружень. Взаємовплив тріщин.

Практичне заняття №2. Моделювання утворення тріщини.

Тема 5. Розрахунок та моделювання багатостовбурної свердловини (вертикальна свердловина з бічними тріщинами (аналітична модель); горизонтальна свердловина з бічними тріщинами (числова модель)

Аналітичні моделі вертикальних свердловин. Числові моделі горизонтальних свердловин. Розрахунок продуктивності.

Змістовий модуль 2. ОПТИМІЗАЦІЯ ТА КОНТРОЛЬ ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОСТАДІЙНОГО ГІДРАВЛІЧНОГО РОЗРИВУ ПЛАСТА

Тема 6. Гідродинамічне та геомеханічне моделювання.

Моделювання руху флюїдів. Рух рідини в системі «свердловина – тріщина». Транспортування пропанту. Фільтрація в пласті. Розподіл тиску. Напружено-деформований стан породи. Критерії руйнування. Поширення тріщин. Стійкість стовбура свердловини

Практичне заняття №3. Гідродинамічне та геомеханічне моделювання за допомогою програмних комплексів.

Тема 7. Оптимізація дизайну БГРП

Вибір кількості стадій. Розрахунок параметрів обробки. Підбір технологічних рідин. Оптимізація закріплення тріщин.

Тема 8. Оптимізації видобутку свердловин (для традиційних і нетрадиційних колекторів)

Оптимізація режимів роботи. Регулювання вибірного тиску. Підбір оптимальних депресій. Оптимізація параметрів ГРП. Вибір оптимальної кількості стадій. Управління системою тріщин. Контроль стабільності дебіту. Моделювання різних сценаріїв. Підбір технологічних режимів. Економічна оцінка варіантів.

Практичне заняття №4. Моделювання дизайну ГРП.

Тема 9. Моделювання продуктивності.

Прогноз дебітів після проведення ГРП. Оцінка зони дренажування. Інтерференція тріщин. Довгострокові прогнози.

Тема 10. Моніторинг та контроль якості.

Методи контролю геометрії тріщин. Мікросейсмічний моніторинг. Оцінка ефективності обробки. Аналіз відпрацювання свердловин.

Практичне заняття №5. Моделювання оцінки ефективності обробки.

8. Структура навчальної дисципліни

а) для денної форми навчання

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СВЕРДЛОВИН, ДЛЯ ЯКИХ ПРОВОДИТЬСЯ ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРИВ ПЛАСТА						
Тема 1. Зниження дебіту тріщинуватої свердловини	10	2	2			6
Тема 2. Криві пониження дебіту.	8	2				6
Тема 3. Аналітичні методи моделювання гідравлічного розриву пласта.	8	2				6
Тема 4. Чисельні методи моделювання БГРП.	10	2	2			6
Тема 5. Розрахунок та моделювання багатостовбурної свердловини (вертикальна свердловина з бічними тріщинами (аналітична модель); горизонтальна свердловина з бічними тріщинами (числова модель).	8	2				6
Разом за змістовим модулем 1	44	10	4			30
Змістовий модуль 2. ОПТИМІЗАЦІЯ ТА КОНТРОЛЬ ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОСТАДІЙНОГО ГІДРАВЛІЧНОГО РОЗРИВУ ПЛАСТА						
Тема 6. Гідродинамічне та геомеханічне моделювання.	10	2	2			6
Тема 7. Оптимізація дизайну БГРП	8	2				6
Тема 8. Оптимізації видобутку свердловин (для традиційних і нетрадиційних колекторів).	8	2				6
Тема 9. Моделювання продуктивності.	10	2	2			6
Тема 10. Моніторинг та контроль якості.	10	2	2			6
Разом за змістовим модулем 2	46	10	6			30
Усього годин	90	20	10			60

б) для заочної форми навчання

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	Інд.	С.р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СВЕРДЛОВИН, ДЛЯ ЯКИХ ПРОВОДИТЬСЯ ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРИВ ПЛАСТА						
Тема 1. Зниження дебіту тріщинуватої свердловини	8,5	0,5	-			8
Тема 2. Криві пониження дебіту.	8,5	0,5	-			8
Тема 3. Аналітичні методи моделювання гідравлічного розриву пласта.	8,5	0,5	-			8
Тема 4. Чисельні методи моделювання БГРП.	8,5	0,5	-			8
Тема 5. Розрахунок та моделювання багатостовбурної свердловини (вертикальна свердловина з бічними тріщинами (аналітична модель); горизонтальна свердловина з бічними	11	1	2			8

тріщинами (числова модель).						
Разом за змістовим модулем 1	45	3	2			40
Змістовий модуль 2. ОПТИМІЗАЦІЯ ТА КОНТРОЛЬ ЕФЕКТИВНОСТІ МУЛЬТИСТУПІНЧАТОГО ГІДРАВЛІЧНОГО РОЗРИВУ ПЛАСТА						
Тема 6. Гідродинамічне та геомеханічне моделювання.	8,5	0,5	-			8
Тема 7. Оптимізація дизайну БГРП	8,5	0,5	-			8
Тема 8. Оптимізації видобутку свердловин (для традиційних і нетрадиційних колекторів).	8,5	0,5	-			8
Тема 9. Моделювання продуктивності.	8,5	0,5	-			8
Тема 10. Моніторинг та контроль якості.	11	1	2			8
Разом за змістовим модулем 2	45	3	2			40
Усього годин	90	6	4			80

9. Перелік питань для семінарських занять

№ заняття	Назва питань	Кількість годин	
		для денної форми	для заочної форми
	Семінарські заняття не передбачені	-	-

10. Перелік питань для практичних занять

№ заняття	Назва питань	Кількість годин	
		для денної форми	для заочної форми
1	Розрахунок методики прогнозування дебіту	2	-
2	Моделювання утворення тріщини	2	2
3	Гідродинамічне та геомеханічне моделювання за допомогою програмних комплексів.	2	-
4	Моделювання дизайну ГРП.	2	2
5	Моделювання оцінки ефективності обробки.	2	-
	Разом	10	4

11. Перелік питань для лабораторних занять

№ заняття	Назва питань	Кількість годин	
		для денної форми	для заочної форми
	Лабораторні заняття не передбачені	-	-

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи аспіранта є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з історичними та літературними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи аспіранта:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до практичних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- підготовка до виконання модульної контрольної роботи (тестування);
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);

- підготовка до складання іспиту за контрольними питаннями.

Питання для самостійного вивчення аспірантами

№ з/п	Назва питань	Кількість годин	
		для денної форми	для заочної форми
1	Методи оцінки проникності пласта	6	8
2	Геомеханічні властивості порід	6	8
3	Реологічні моделі рідин розриву	6	8
4	Види рідин для проведення ГРП	6	8
5	Транспорт пропанту	6	8
6	Розподіл концентрації пропанту	6	8
7	Методи діагностики тріщин	6	8
8	Взаємодія тріщин БГРП	6	8
9	Економічна оцінка БГРП	6	8
10	Екологічні аспекти БГРП	6	8
	Разом	60	80

13. Індивідуальне завдання

Не передбачено планом.

14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, семінарських занять, індивідуальних та групових консультацій, практичні – при проведенні практичних занять та виконанні лабораторних робіт.

Під час проведення лекцій та семінарських занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення.

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація.

Вибір практичних методів залежить від дисципліни яка вивчається.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння аспірантами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань аспірантів під час семінарських занять, оцінювання виконання аспірантами самостійної роботи та індивідуальних завдань, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, тестування або в ході індивідуальних співбесід з аспірантами під час консультацій. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань аспірантів залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому лекційному занятті.

Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння аспірантом певної сукупності знань та вмінь, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування чи написання аспірантами контрольних робіт).

Підсумковий контроль здійснюється у формі диференційованого заліку.

16. Розподіл балів, які отримують аспіранти

а) для денної форми навчання

Види робіт/контролю	Перелік тем									
	Тема 1.	Тема 2	Тема 3.	Тема 4.	Тема 5.	Тема 6.	Тема 7	Тема 8.	Тема 9.	Тема 10.
	Практичне заняття									
	1			2		3			4	5
Опитування	2			2		2			2	2
Виконання практичних завдань	4			4		4			4	4
Виконання завдань самостійної роботи	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Всього за темами	10	4	4	10	4	10	4	4	10	10
Диференційний залік	30									
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100									

а) для заочної форми навчання

Види робіт/контролю	Перелік тем									
	Тема 1.	Тема 2	Тема 3.	Тема 4.	Тема 5.	Тема 6.	Тема 7	Тема 8.	Тема 9.	Тема 10.
	Практичне заняття									
				1					2	
Поточна контрольна робота				10					10	
Виконання практичних завдань				5					5	
Виконання завдань самостійної роботи	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Всього за темами	4	4	4	19	4	4	4	4	19	4
Диференційний залік	30									
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100									

Шкала та критерії оцінювання відповіді за результатами опитування

Бали для денної форми навчання	Критерії оцінювання
2	Питання розкрито повністю, що свідчить про відмінне засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. Аспірант вільно володіє науково-понятійним апаратом.
1	Механічне відтворення матеріалу з деякими помилками, неточності у використанні науково-понятійного апарату.

0	Відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.
---	---

Шкала та критерії оцінювання виконання контрольної роботи

Бали для заочної форми навчання	Критерії оцінювання
10	Відповідь надана у письмовій формі, повна (не менше 90% потрібної інформації) та правильна.
8	Відповідь надана у письмовій формі, достатньо повна (не менше 75% потрібної інформації) або повна з незначними неточностями.
6	Відповідь надана у письмовій формі, неповна (не менше 60% потрібної інформації) з несуттєвими помилками.
4	Відповідь надана у письмовій формі, коротка (менше 30% потрібної інформації) із помилками.
2	Відповідь надана у письмовій формі, коротка (менше 15% потрібної інформації) із суттєвими помилками
0	Відповідь відсутня.

Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань

Бали для денної форми навчання	Бали для заочної форми навчання	Критерії оцінювання
4	5	Виконано завдання практичної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
2	2,5	Виконано завдання практичної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
0	0	Не виконано практичну роботу або виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи

Бали для денної форми навчання	Бали для заочної форми навчання	Критерії оцінювання
4	4	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
2	2	Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

**Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти
за результатами складання диференційного заліку**

Завдан- ня	Бали	Критерії оцінювання
Тесту- вання	0 – 30	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (1,5×20=30), правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтин- гова система оціню- вання	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A – відмінно	5 – відмінно
82 – 89	B – дуже добре	4 – добре
74 – 81	C – добре	
64 – 73	D – задовільно	3 – задовільно
60 – 63	E – достатньо	
35 – 59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	2 – незадовільно
0 – 34	F – незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисциплі- ни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них при підсумковому контролі у вигляді диференційованого заліку 70 балів відведено на поточний контроль, а 30 балів – на підсумковий (для допуску до підсумкового контролю необхідно мати не менше 35 балів поточної успішності).

1. Поточний контроль. Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (розподіл орієнтовний):

– робота на практичних заняттях і самостійна робота (усні відповіді, виконання практичних завдань, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять) – до 70 балів.

Присутність на лекціях і практичних заняттях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов’язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів. При тривалій відсутності аспіранта на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

Аспірант, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 35 балів у випадку диференційованого заліку), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є диференційований залік. Він здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті імені Юрія Кондратюка».

17. Методичне

1. Цветкович Б. Робоча програма навчальної дисципліни «Методи аналітичного та чисельного моделювання багатостадійного гідророзриву у горизонтальній свердловині» для

аспірантів спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти денної і заочної форми навчання. Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2024. 14 с.

18. Рекомендована література

Базова

1. Ming, C. H. E. N., Zhang, S., Yun, X. U., Xinfang, M. A., & Yushi, Z. O. U. (2020). A numerical method for simulating planar 3D multi-fracture propagation in multi-stage fracturing of horizontal wells. *Petroleum Exploration and Development*, 47(1), 171-183.
2. Liu, W., Zhang, Q., & Zhu, W. (2019). Numerical simulation of multi-stage fractured horizontal well in low-permeable oil reservoir with threshold pressure gradient with moving boundary. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 178, 1112-1127.
3. Prieto, M., Aristizabal, J. A., Pradilla, D., & Gómez, J. M. (2022). Simultaneous numerical simulation of the hydraulic fractures geometry in multi-stage fracturing for horizontal shale gas wells. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 102, 104567. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2022.104567>
4. Chen, X., Tang, C., Du, Z., Tang, L., Wei, J., & Ma, X. (2019). Numerical simulation on multi-stage fractured horizontal wells in shale gas reservoirs based on the finite volume method. *Natural Gas Industry B*, 6(4), 347-356.
5. Balhoff M. An Introduction to Multiphase, Multicomponent Reservoir Simulation. *Developments in Petroleum Science*. Amsterdam: Elsevier Science, 2022. Vol. 75. 346 p.

Допоміжна

1. Wilk Klaudia. Experimental and Simulation Studies of Energized Fracturing Fluid Efficiency in Tight Gas Formations. *Energies*. 2019. № 12(23)
2. SPE 160869 A Review of Recent Developments and Challenges in Shale Gas Recovery // O. Arogundade, M. Sohrabi, Stephen A. Holditch, Tight Gas Sands / Stephen A. Holditch // JPT, Distinguished author series, June 2006, p.86-94.
3. SPE 140555 Design of multiple transverse fracture horizontal wells in shale gas reservoirs, Bo Song, Texas A&M University, Michael J. Economides, University of Houston, Christine Ehlig-Economides, Texas A&M University. DOI: 10.2118/140555-MS

19. Інформаційні ресурси

1. Сторінка курсу на платформі Moodle: <https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=6655>