

О.В. МИХАЙЛОВСЬКА**МОДЕЛЮВАННЯ РОДОВИЩ НАФТИ І ГАЗУ – ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ**

У матеріалах статті розглянуті можливості для вивчення цілей і задач дисципліни з метою формування у студентів необхідних знань моделювання родовищ нафти і газу, геологічного і гідродинамічного моделювання родовищ вуглеводнів: детальний розгляд наукового обґрунтування; аналіз, загальна характеристика й особливості моделювання родовищ; вибір різновидів методів аналізу з вирішення завдань за допомогою інноваційних методів та програмних комплексів, їх особливостей. При написанні статті використано досвід викладання дисциплін «Моделювання родовищ нафти і газу», «Геологічне і гідродинамічне моделювання родовищ вуглеводнів» в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» на кафедрі буріння та геології у 2023-2025 рр. Комплексні системи визначення складових дисципліни зумовили компетентності та якість матеріалу, а питання, що розглядаються пропущені через призму власного творчого сприйняття, що робить матеріал особливо цінним. Представлені приклади і деякі особливості можливих рішень навчання, які засновані на експериментальних даних і їх наукового обґрунтування у вигляді об'єктів інтелектуальної власності.

Ключові слова: моделювання родовищ нафти і газу, геологічні та гідродинамічні моделі, наукове обґрунтування методів навчання студентів.

Вступ.

Інноваційні методи навчання спрямовані на активну участь учнів, розвиток їхніх критичного мислення, навичок вирішення проблем, креативності та співпраці та представлені за ієрархією складових:

1. Мета навчання як основа наукового дослідження – є формування навичок аналізувати інформацію, розрізняти факти та думки, формулювати обґрунтовані висновки; пошуку нестандартних рішень, генерування нових ідей та творчого підходу до завдань.

2. Об'єкт і предмет дослідження як комплексна цільова система.

3. Предмет дослідження як структура системи, закономірності взаємодії елементів у середині системи і поза нею. Він відображає конкретні властивості, ознаки, аспекти або зв'язки об'єкта, які безпосередньо вивчаються в межах даної теми. Необхідним є вивчення шляхів формування критичного мислення, креативності, комунікативних та інших ключових компетентностей у здобувачів освіти.

4. Науковий напрям як науково-обґрунтований комплекс, у межах яких виконується певна наукова робота.

5. Структурні одиниці наукового напрямку:

– наукові проблеми, які охоплюють сукупність невирішених наукових питань, протиріч та викликів, які існують у певній галузі знань і потребують наукового осмислення та дослідження;

– наукові теми як конкретний аспект або частина проблемного поля, що обирається для детального вивчення;

– наукові питання конкретної теми.

Кожна наукова робота належить до певного конкретного напрямку досліджень і представлена певними ознаками:

– спрямування на розвиток та інновації: навчання може бути сфокусоване на створенні інноваційних підходів до 3D-моделювання, інтеграції даних, прогнозування поведінки пластів.

• підвищення ефективності та оптимізація методів викладання відповідно до вимог відповідно до змісту робочої програми за обсягом дисципліни, типів та видів навчальних занять, навчально-методичне забезпечення самостійної роботи студентів;

• удосконалення показників для оцінювання якості геологічних моделей, їхньої достовірності та впливу на прийняття рішень у нафтогазовій галузі. Це забезпечує відповідність моделей вимогам до компетенцій фахівців та ефективності їх використання. (табл. 1) відповідно до набуття компетенцій із зазначенням етапів їх формування у процесі освоєння освітньої програми.

Під науковим напрямом розуміють організовану і систематизовану сукупність наукових пошуків, спрямованих на глибоке вивчення певної проблемної області та отримання нових знань для її розвитку або вирішення у відповідній галузі науки – Науки про Землю [1–3].

Науковий напрям – сфера наукових досліджень, яка об'єднує комплекс взаємопов'язаних проблем, тем і завдань; це організований шлях до пізнання, що дозволяє системно вивчати складні явища, розвивати теорії та знаходити рішення для актуальних викликів у певній сфері.

Він характеризується такими ключовими рисами:

– дослідження, що охоплюють конкретну галузь знань чи науковий напрям належить до певної дисципліни наприклад, моделювання родовищ нафти і газу.

– чіткий вибір фокусу досліджень, що орієнтований на розв'язання значущих і актуальних проблем, які можуть бути спрямованими на розробку конкретних рішень.

– дотримання принципу тривалості і послідовності: слід розуміти, що це є довгостроковою діяльністю, що складається з низки

© Михайловська О.В., 2025

логічно пов'язаних досліджень, які розвивають і поглиблюють розуміння певної проблемної області.

– наявність методологічної основи: науковий напрям спирається на специфічні методи, підходи та інструменти, які є характерними для цієї галузі досліджень.

Необхідною рисою наукового напрямку є відповідна наукова спільнота. Зазвичай, науковий напрям формується та розвивається завдяки зусиллям наукових шкіл, наукових гуртків або окремих наукових робіт студентів, які працюють над спільною проблематикою.

Вибір теми або проблеми є першим кроком у будь-якому дослідженні. Цей вибір визначається не лише професійною готовністю та інтересами дослідника, а й узгоджується з напрямками науково-дослідної роботи установи та цільовими програмами.

Науковою проблемою називають питання, що потребує наукового вирішення. Це комплекс нових теоретичних, розрахункових або практичних аспектів, які виникають у конфлікті з уже наявними знаннями або застосовуваними методиками в конкретній науковій галузі. Розв'язання цих проблем можливе лише через наукові дослідження, що, своєю чергою, можуть бути важливими для опанування нової дисципліни або для розробки геологічних моделей

родовищ вуглеводнів.

Постановка проблеми у загальному вигляді та приклади об'єктів вивчення дисципліни.

Для успішного дослідження критично важливо чітко сформулювати проблему та глибоко вивчити поточний стан наукових розробок, а також перевірити їх на практиці.

Проблеми, які є недостатньо вивченими і потребують наукового обґрунтування, ідентифікуються на основі невирішених питань. Ці питання можуть виникнути в ході теоретичного осмислення, бути запропоновані практичною діяльністю або з'явитися вже під час вибору теми дослідження [4–9].

Такий підхід дозволяє досконало зрозуміти зміст проблеми. Побудова її структури включає розбиття на окремі теми, розділи та питання. У межах кожної теми спочатку визначається загальна сфера дослідження, яка потім уточнюється шляхом внутрішнього причинно-наслідкового аналізу для виявлення всіх її змістовних сторін. Це призводить до ідентифікації вторинних проблем, кожен з яких слід деталізувати, поки не будуть сформульовані конкретні завдання, що й складуть основу дослідження. Важливим етапом конкретизації є звуження кола питань, які потрібно вивчити.

Таблиця 1. Загальна класифікація-ідентифікація дисципліни за основними темами її викладання (доц. Михайловська О.В.)

№	Приклади ієрархії складових дисципліни
1	Загальні відомості про: об'єкти вивчення та предмет дисципліни, ціль навчання, вимоги до знань студентів; принципи та етапи моделювання розробки родовищ. При створенні моделі об'єкта відбувається його пізнання, виділяючи об'єкт з навколишнього середовища та створюючи його формальний опис. Моделювання використовується з кількома ключовими цілями: описати об'єкт; пояснити процеси, що відбуваються всередині об'єкта; спрогнозувати його поведінку та властивості під впливом різних зовнішніх факторів.
2	Особливості моделювання у нафтогазовій справі. Особливості геологічного моделювання. Технологічне моделювання.
3	Фізичне та математичне моделювання процесів і пристроїв. Теорія подібності. Статистичні методи. Застосування програми Microsoft Office Excel для отримання поліноміальної моделі об'єкту.
4	Моделювання процесів видобування вуглеводневих флюїдів. Серія програм Petex.
5	Використання моделей продуктивного пласта в Petex MBAL. MBAL входить до пакету, що складається з різних інструментів, розроблених, щоб допомогти інженеру краще зрозуміти поведінку пласта та виконати прогнозування (рис.1). Наразі різні інструменти, доступні в MBAL: розрахунки з використанням методу матеріального балансу, розподіл продуктивних пластів, проведення об'ємного аналізу Монте-Карло, розрахунків на основі одновимірної моделі (Баклі-Левретта) та багатопластової моделі.
6	Використання методу матеріального балансу в програмному комплексі Petex MBAL. Під час вивчення дисципліни виконуються розрахунки на основі матеріального балансу для зіставлення існуючих даних за допомогою графічних методів (таких як Хавлена-Оде, Кемпбелла, Коула тощо). Для нафти, газів та конденсатів можна побудувати детальні моделі PVT (як для нафти, так і для сумішей). Крім того, прогнози можна робити з використанням моделей свердловин або без них, використовуючи відносну проникність для прогнозування обсягів фазового видобутку. MBAL можна використовувати для комплексних досліджень моделювання видобутку, забезпечуючи точну та швидку модель пласта, якщо припущення матеріального балансу є дійсними для реальної ситуації, що моделюється.

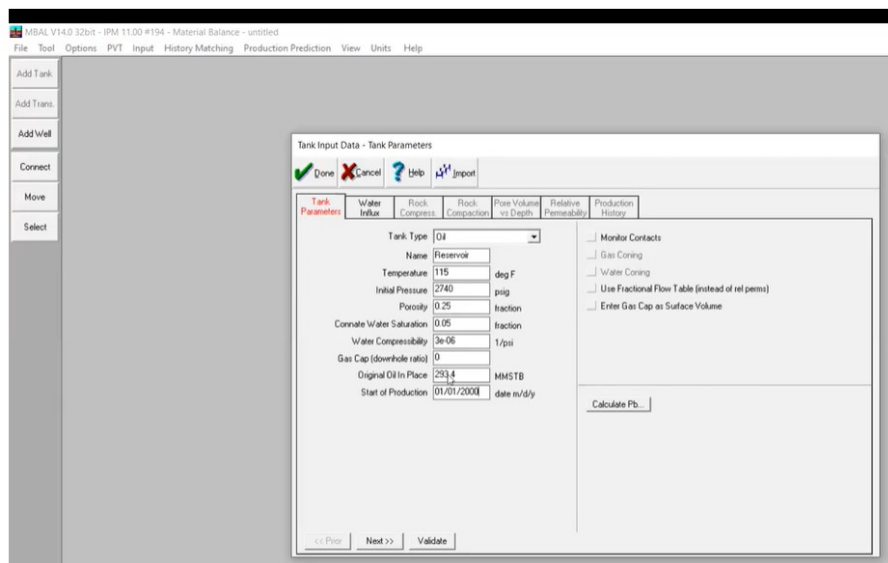


Рис. 1 – Вікно властивостей нафти та пластової води.

При підготовці даних для проведення розрахунків в програмному комплексі Petex MBAL є можливість використати меню «Одиниці вимірювання/Units», щоб встановити одиниці вимірювання, які будуть використовуватися в діалогових вікнах, результатах розрахунків, звітах та графіках. В програмному комплексі можна перевірити, чи кожне вхідне значення знаходиться в діапазоні між мінімальним та максимальним значеннями. Це необхідне для того, щоб уникнути використання помилкових вхідних значень, що будуть використані для розрахунків.

У програмному комплексі присутня функція імпорту даних, що дозволяє імпортувати табличні дані з широкого спектру файлів та баз даних. MBAL використовує ідею шаблону фільтра для визначення формату файлу або бази даних, що імпортується, та того, як дані у файлі імпорту відповідають даним у MBAL. Ці фільтри можна налаштувати візуально та зберегти на диску для

подальшого використання. Однією з переваг програмного комплексу є те, що до екранів графіків можна отримати доступ безпосередньо через відповідне діалогове вікно за допомогою кнопки "Графік/Plot". Є можливість побудови залежності. Якщо дані збережено, програма також надає можливість доступу до графіка через відповідне меню (рис.2). На практичних заняттях проводимо підготовку даних до моделювання, здійснюємо обробку експериментальних даних випробувань складу суміші; підготовку даних до розрахунків. Потім вводимо данні та імпортуємо їх в Petex (MBAL). Далі маємо можливість розраховувати показники розробки газових та газоконденсатних покладів в MBAL (рис.3). Визначати сумарний видобуток нафти з урахуванням обводнення (аналітичним методом) модуль MBAL та здійснювати моделювання показників розробки нафтового родовища та параметрів обводнення (MBAL).

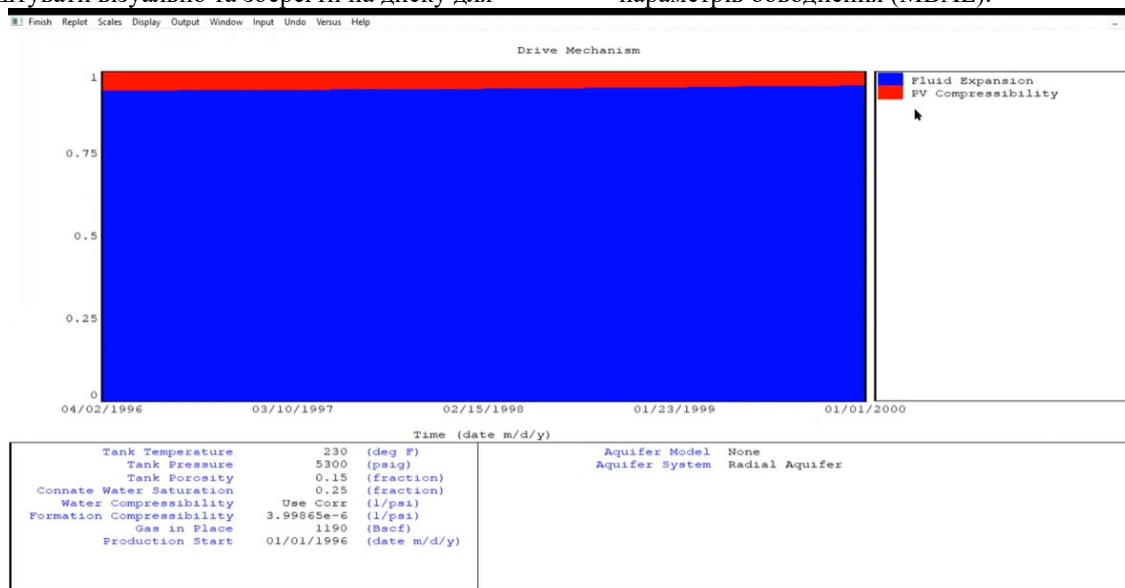


Рис. 2 – Загальний вигляд розподілу руху флюїду в пласті

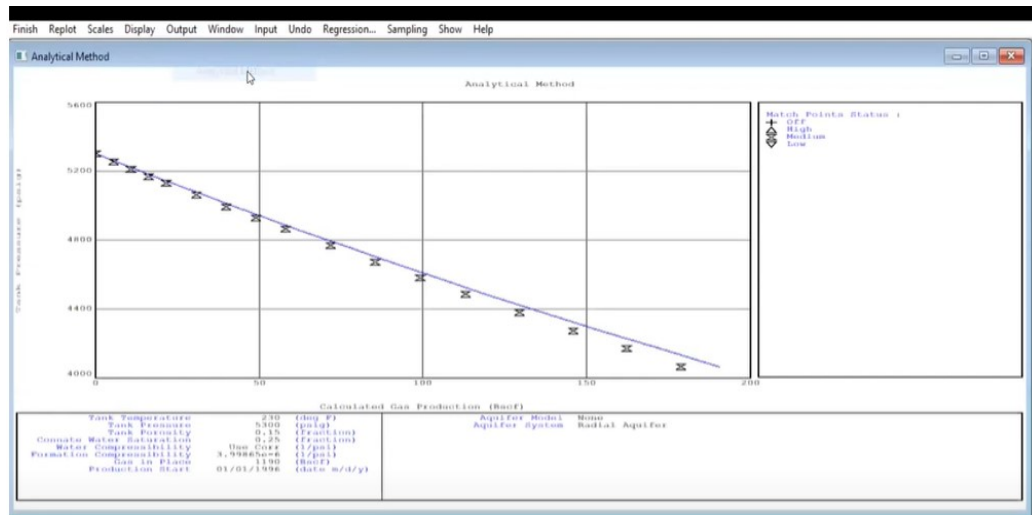


Рис.3– Вікно результатів розрахунку газового родовища

Важливим при проведенні розрахунків є вибір моделі. При використанні програмного комплексу Petex MBAL відображаються такі аналітичні інструменти (моделі):

Модель матеріального балансу. Ця модель дозволяє користувачеві виконувати зіставлення існуючих даних родовища чи покладу, щоб визначити запаси, а також вплив обводненості горизонту на видобуток. Видобуток прогнозують використовуючи відносну проникність та продуктивність свердловин (IPR, VLP) для оцінювання майбутньої продуктивності пласта на основі різних стратегій видобутку. Моделі матеріального балансу також можуть використовуватися в модулі Petex GAP для повного моделювання та оптимізації системи.

Рівняння матеріального балансу для газових покладів, що працюють на виснаження, виражається як:

$$\frac{P}{z} = \frac{P_i}{z_i} \left(1 - \frac{G_p}{G}\right) \quad (1)$$

де G – початковий видобуток газу, P_i – початковий пластовий тиск, G_p – накопичений видобуток газу, P – поточний пластовий тиск, z_i – коефіцієнт надстигливості газу при тиску P_i , z – коефіцієнт надстигливості газу при тиску P .

Рівняння матеріального балансу для нафтових покладів, яке можна використати при проведенні розрахунків в програмному комплексі має вигляд:

$$F = NE + W_e \quad (2)$$

де запаси нафтового покладу F дорівнюють видобутку нафти, води та газу, скоригованому відповідно умов пласта.

N – початковий видобуток нафти в пласті,

E – це розширення нафти (та розчиненого газу),

або якщо нафтовий поклад із газовою шапкою то це ущільнення порового об'єму та газової шапки на одиницю.

W_e – кількість води обводнення покладу.

Модель розподілу пласта. При виборі цієї моделі при розрахунку показників розробки відбувається розподілення запасів в багатшаровій системі, якщо відомий лише сукупний видобуток по свердловині. Модель враховує IPR кожного шару, а також швидкість виснаження відповідного продуктивного горизонту та є вдосконаленням класичного методу kh.

Статистичне моделювання Монте-Карло. Така модель є статистичним інструментом оцінювання запасів нафти та газу в пласті.

Аналіз кривої падіння пластового тиску. Це класичний інструмент аналізу кривої падіння пластового тиску за допомогою якого дані пластового тиску та видобутку екстраполюються, намагаючись передбачити майбутню продуктивність.

При виборі *1D-моделі* можна провести аналіз заводнення нафтового пласта (аналіз Баклі-Левере).

Модель багатшарового пласта може бути використана для розрахунку середніх псевдовідносних проникностей для багатшарового пласта.

З метою достатньо точного прогнозування зміни тиску та насичення в пласті, необхідно мати точні дані про властивості флюїдів. Для розрахунків з найбільшою точністю ці дані отримують з лабораторних досліджень зразків флюїду. Однак, оскільки це не завжди можливо, програма MBAL пропонує кілька способів розрахунку необхідних властивостей:

Спосіб розрахунку із застосуванням кореляцій. Якщо доступні лише базові дані PVT нафтових та покладів, що містять газовий конденсат програма використовує традиційні кореляції для нафти (наприклад Glaso, Beal, Petrosky).

Спосіб зіставлення даних. Коли є базові дані флюїдів та деякі лабораторні вимірювання PVT, MBAL може скоригувати кореляції за допомогою нелінійної регресії для нафтового покладу, для найкращої відповідності виміряним даним.

Використання даних лабораторних досліджень. Якщо є лабораторні дані PVT, MBAL використовуватиме їх безпосередньо замість розрахункових властивостей. Ці дані вводяться у формі таблиць (PVT-таблиці) вручну або імпортуються із зовнішніх джерел. Таблиці для нафтового покладу також можуть бути згенеровані з моделі рівняння стану (EOS) та імпортовані в MBAL.

Проведення розрахунку за композиційними даними. Якщо доступний повний опис флюїду за рівнянням стану (EOS), всі PVT-властивості можуть бути отримані з опису поведінки рідкої фази за методом Пенга-Робінсона.

Основні переваги курсу «Моделювання родовищ нафти і газу» з використанням програмних комплексів.

В рамках курсу «Моделювання родовищ нафти і газу (поглиблене)» студенти навчаються детальному розгляду наукового обґрунтування; аналізу, загальним характеристикам й особливостям проектування; вибору різновидів методів аналізу з вирішення завдань за допомогою інноваційних методів та особливостей.

Новими методами оцінки результатів навчання є, наприклад, комплексні інноваційні проекти з додатковим творчими завданнями, які стосуються кожного студента та мають алгоритми оцінювання відповідно до критеріїв. Такі проекти студенти представляють в рамках засідань Спільки інженерів-нафтовиків (SPE).

Як міжнародна некомерційна професійна організація, Спілька інженерів-нафтовиків (SPE) відіграє ключову роль у консолідації фахівців нафтової промисловості. Її діяльність зосереджена на збиранні та розповсюдженні актуальних знань у таких напрямках, як розвідка, розробка та видобуток нафти й газу, а також інноваційні технології, що супроводжують ці процеси. У 2017 році на базі Національного університету "Полтавська Політехніка імені Юрія Кондратюка" було створено Студентське відділення Міжнародної спільки інженерів-нафтовиків (SPE). Головна мета відділення — розширити освітні можливості студентів, надавши їм глибше розуміння та практичні знайомство з їхньою спеціальністю.

Актуальним є компетентнісний підхід та оцінювання практичних навичок: Оцінювання на основі кейсів (Case-based assessment): Студентам пропонуються максимально наближені до реальних продуктивні пласти родовищ вуглеводнів, які вони повинні проаналізувати та запропонувати найкраще рішення. В даному випадку оцінюється не лише правильність рішення, а й логіка мислення, вміння працювати з даними, аргументувати свою позицію.

Перевагами курсу є використання цифрових технологій - системи дистанційного навчання

платформи Moodle не лише для розміщення матеріалів, а й для проведення тестів, інтерактивних завдань, дискусій, відстеження прогресу студентів.

Дотримання принципу зворотного зв'язку та самооцінювання. Заповадження на заняттях взаємного оцінювання (Peer assessment): При цьому студенти оцінюють роботи один одного за заданими критеріями, що розвиває критичне мислення та вміння обґрунтовувати свою думку.

Також на заняттях впроваджується принцип самооцінювання - навчання студентів об'єктивно оцінювати власні знання та навички, визначати прогалини та планувати подальше навчання.

Перевагою є інтеграція з виробництвом. Запрошення фахівців з нафтогазових компаній для проведення проектів в рамках наукового гуртка з Моделювання родовищ нафти і газу та навіть участі в панельних дискусіях.

Для успішної підготовки фахівців у нафтогазовій інженерії, як в Україні, так і за її межами, оцінювання результатів навчання трансформується. Замість зосередження виключно на теоретичних знаннях, головна увага приділяється розвитку та перевірці практичних навичок, критичного мислення, здатності працювати в команді та ефективно розв'язувати комплексні інженерні задачі. Це зумовлює відмову від традиційних іспитів на користь сучасних, інтерактивних та практико-орієнтованих підходів [10-13].

Висновки та перспективи подальшого розвитку.

Визначені основні складові формування у майбутніх фахівців сучасного рівня теоретичних знань і практичних навичок щодо аналізу та використання моделювання родовищ нафти і газу. Представлені можливості комплексного інноваційного навчання студентів можуть бути застосовані для моделювання родовищ нафти і газу з урахуванням розвитку Спільки інженерів-нафтовиків (SPE). Загалом, SPE прагне збирати, розповсюджувати та обмінюватися передовими технічними знаннями, щоб постійно підвищувати професійний рівень фахівців нафтогазової галузі. Це досягається через організацію конференцій, тренінгів, семінарів, а також видання наукових статей та журналів.

Велике значення у вирішенні цієї проблеми відводиться підготовці відповідної науково-технічної літератури, що пояснює схему та логіку прийняття рішень, що містить приклади та необхідні довідкові дані Комп'ютерне моделювання процесів і систем в сфері нафтогазовилучення є надзвичайно актуальним, але в області комп'ютерного моделювання залишається ще багато не вирішених питань. Спеціалістам-проектувальникам необхідно, перш за все, пізнати логіку обґрунтування рішень, представити труднощі та альтернативи вибору раціональних рішень з безлічі можливих. Це дозволить їм більш реалістично ставитися до результатів та можливостей моделювання. [14-25].

Список літератури

1. Бухкало С.І. Особливості розробки об'єктів інтелектуальної власності зі студентами. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н-пр. конф. MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018р. Ч. II/за ред. проф. Сокола Є.І. Х.:НТУ «ХПІ». 201 с.
2. Бухкало С.І., Ігліні С.П., Ольховська О.І. та ін. Особливості управління розробками об'єктів інтелектуальної власності зі студентами. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н-пр. конф. MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018р. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. Х.:НТУ «ХПІ». 208 с.
3. Ольховська В.О., Кравченко О.С., Бухкало С.І. Складові алгоритму пошуку раціональних закономірностей роботи обладнання. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: Ч. II/за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ», с. 249.
4. Mykhailovska O. The practice of developing electronic training courses of disciplines under martial law Higher education reforms in Ukraine: challenges, status, and prospects: Collective monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2023. 265-294 p.
<https://doi.org/10.30525/978-9934-26-360-6-12>
5. Mykhailovska O. Creation of electronic training courses using the example of the course "Geological and hydrodynamic modeling of hydrocarbon fields"// Innovations in education and science in the context of European integration: Scientific monograph. Volume 2. Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2025, С 434-446, DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-557-0-21>
6. Mykhailovska O.V. Analysis of the efficiency of using the technology of storage of oil and gas complex waste in the process of training students majoring in "Oil and gas engineering and technology" // Scientific and pedagogical internship «Innovations in training engineering specialists in the EU higher education institutions» : Internship proceedings, April 4 – May 15, 2022. Wloclawek, Republic of Poland, 2022. PP 9-13
<http://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/10523>
7. Михайловська О. Досвід проєктування та розроблення електронних навчальних курсів//Формування цифрового освітнього середовища професійного розвитку фахівців в умовах відкритого університету: збірник матеріалів II Всеукраїнської науковопрактичної Інтернет-конференції, 25-26 травня 2023 р., м. Київ / Київ: ДЗВО Університет менеджменту освіти, 2023. – 66-68 с.
8. Martus, O., Cvetkovic, B., Mykhailovska, O., Yaholnyk, A., & Liashenko, A. (2025). Improvement of prediction of oil displacement efficiency during waterflooding due to detailing of lithological distribution. Technology Audit and Production Reserves, 3(1(83)), 72–77.
<https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.331872>
9. Beck, D. A. Modelling of deep mining induced seismicity for hazard estimation. Paper presented at the ISRM 2nd International Conference on Rock Dynamics, Suzhou, China, May 2016. <https://onepetro.org>.
10. Shahkarami, Alireza , Mohaghegh, Shahab D., Gholami, Vida , and Grant Bromhal. "Application of Artificial Intelligence and Data Mining Techniques for Fast Track Modeling of Geologic Sequestration of Carbon Dioxide – Case Study of SACROC Unit." Paper presented at the SPE Digital Energy Conference and Exhibition, The Woodlands, Texas, USA, March 2015. doi: <https://doi.org/10.2118/173406-MS>
11. Dai, Yu, Liu, Shaojun, Li, Yan, and Xiren Cao. "Establishment of an Improved Dynamic Model of the Total Deep Ocean Mining System And Its Integrated Operation Simulation." Paper presented at the Ninth ISOPE Ocean Mining Symposium, Maui, Hawaii, USA, June 2011. <https://onepetro.org/ISOPEOMS/proceedings-abstract/OMS11/OMS11/ISOPE-M-11-022/25429>
12. Пелипенко О.І., Савик В.М., Бухкало С.І., Агейчева О.О. Інтегровані дослідження з удосконалення обладнання бурової установки. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2024, 22-25 травня 2024 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Х.: НТУ «ХПІ». – 1664 с., 617.
13. Бойко В.А., Савик В.М., Бухкало С.І., Агейчева О.О. Комплексне дослідження інтегрованої безпечної діяльності бурової установки. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2024, 22-25 травня 2024 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Х.: НТУ «ХПІ». – 1664 с., 555.
14. Крат Д.А., Савик В.М., Бухкало С.І., Агейчева О.О. дослідження з удосконалення талевої системи бурової установки. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2024, 22-25 травня 2024 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – 1664 с., 598.
15. Крат Д.А., Савик В.М., Бухкало С.І., Агейчева О.О. Дослідження інтегрованого підвищення фонтанної безпеки процесу буріння при освоєнні свердловини Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2024, 22-25 травня 2024 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – 1664 с., 594.
16. Тацій І.С., Савик В.М., Бухкало С.І., Агейчева О.О. Дослідження дії універсального гідравлічного розширювача на різних режимах буріння. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2024, 22-25 травня 2024 р. Бухкало С.І. Удосконалювання методів оцінки знань студентів вищих навчальних закладів. Вісник НТУ «ХПІ». Х.:, 2014. № 16. С. 3–11.
17. Bukhhalo S.I., Ageicheva A.O., Belyanskiy O.M., Rozhenko I.V., Abakumov A.A. Didactic materials perception activating methods in distance education. Вісник НТУ «ХПІ». Х.: 2024, № 1, с. 61–70.
18. Крат Д.А., Савик В.М., Бухкало С.І., Агейчева О.О. Приклад проєктування обладнання за оцінкою технічного стану герметизуючих елементів противикидного механізму. Вісник НТУ «ХПІ». Х.: 2024, № 2, с. 71–79.
19. Куцук О.М., Савик В.М., Бухкало С.І., Агейчева О.О. Приклад проєктування обладнання за оцінкою технічного стану герметизуючих елементів противикидного механізму. Вісник НТУ «ХПІ». Х.: 2024, № 2, с. 80–90.
20. Бухкало С.І. Алгоритми навчання студентів політехнічної освіти. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXII міжнародної науково-практичної конференції

- MicroCAD-2024, 17-20 травня 2024 р / за ред. проф. Сокола Є.І. – Х. : НТУ«ХПІ». <http://web.kpi.kharkov.ua/microcad/wp-content/uploads/sites/240/2024/05/Programka-2024>.
21. Бухкало С.І. Комплексні системи викладання дисципліни основи проектування обладнання хімічних виробництв як співпраця асоціацій EFCE та CFE-UA № 1 (2022): Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. .
 22. Бойко В.А., Савик В.М., Бухкало С.І., Агейчева О.О., Проектування обладнання синергетичних процесів хімічної інженерії за моделями дослідження модернізації бурової установки. № 1 (2024): Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів, с. 71-82.
 23. 30. Алгоритми сталого розвитку екологічної безпеки кислотного гідралічного розриву пласта [Електронний ресурс] / Лижнюк О. П., Михайловська О. В., Бухкало С. І., Агейчева О. О. // Сталій розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування : зб. матеріалів 10-ї Міжнар. молодіжного конгресу, 27-28 березня 2025, Україна, Львів / Національний університет "Львівська політехніка" [та ін.]. – Електрон. текст. дані. – Київ : Яроченко Я. В., 2025. – С. 171.
 24. Калач Д.В., Михайловська О.В., Бухкало С.І., Агейчева О.О. Дослідження з удосконалення технології очищення пластових вод свердловин за алгоритмами дії. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2025, 14-17 травня 2025 р / за ред. проф. Сокола Є.І. – Х. : НТУ«ХПІ», – С. 753.
 25. Seleznev R.V., Buhkalo S.I., Iglin S.P. Algorithms for studying experimental data in chemical engineering of titanium dioxide. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2025, 14-17 травня 2025 р / за ред. проф. Сокола Є.І. – Х. : НТУ«ХПІ», – С. 716.
- References (transliterated)**
1. Buhkalo S.I. Osoblivosti rozrobki ob'ektiv intelektual'noi vlasnosti zi studentami. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVI mizhn. n-pr. konf. MicroCAD-2018, 16–18.05.2018. Ch. II/za red. prof. Sokola E.I. Kh.:NTU «KhPI». 201 p.
 2. Buhkalo S.I., Iglin S.P., Ol'hov's'ka O.I. ta in. Osoblivosti upravlinnja rozrobkami ob'ektiv intelektual'noi vlasnosti zi studentami. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVI mizhn. n-pr. konf. MicroCAD-2018, 16–18 travnja 2018. Ch. II/za red. prof. Sokola E.I. Kh.:NTU «KhPI». 208 p. .
 3. Ol'hov's'ka V.O., Kravchenko O.S., Buhkalo S.I. Skladovi algoritmu poshuku racional'nih zakonomirnostej roboti obladnannja. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXVIII mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii MicroCAD-2020, 28-30 zhovtnja 2020: Ch. II./za red. prof. Sokola E.I. – Kharkiv: NTU «KhPI», p. 249.
 4. Mykhailovska O. The practice of developing electronic training courses of disciplines under martial law Higher education reforms in Ukraine: challenges, status, and prospects: Collective monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2023. 265-294 p. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-360-6-12>
 5. Mykhailovska O. Creation of electronic training courses using the example of the course “Geological and hydrodynamic modeling of hydrocarbon fields”// Innovations in education and science in the context of European integration: Scientific monograph. Volume 2. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2025, С 434-446, DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-557-0-21>
 6. Mykhailovska O.V. Analysis of the efficiency of using the technology of storage of oil and gas complex waste in the process of training students majoring in "Oil and gas engineering and technology" // Scientific and pedagogical internship «Innovations in training engineering specialists in the EU higher education institutions» : Internship proceedings, April 4 – May 15, 2022. Wloclawek, Republic of Poland, 2022. PP 9-13 <http://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/10523>
 7. Mykhaylovs'ka O. Dosvid proyektuvannya ta rozroblennya elektronnykh navchal'nykh kursiv//Formuvannya tsyfrovoho osvithn'oho seedovysysha profesiynoho rozvytku fakhivtsiv v umovakh vidkrytoho universytetu: zbirnyk materialiv II Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi Internte-konferentsiyi, 25-26 travnya 2023 r., / Kyiv: DZVO Universytet menedzhmentu osvity, 2023. – 66-68 s.
 8. Martus, O., Cvetkovic, B., Mykhailovska, O., Yaholnyk, A., & Liashenko, A. (2025). Improvement of prediction of oil displacement efficiency during waterflooding due to detailing of lithological distribution. Technology Audit and Production Reserves, 3(1(83), 72–77. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.331872>
 9. Beck, D. A. Modelling of deep mining induced seismicity for hazard estimation. Paper presented at the ISRM 2nd International Conference on Rock Dynamics, Suzhou, China, May 2016. <https://onepetro.org>.
 10. Shahkarami, Alireza , Mohaghegh, Shahab D., Gholami, Vida , and Grant Bromhal. "Application of Artificial Intelligence and Data Mining Techniques for Fast Track Modeling of Geologic Sequestration of Carbon Dioxide – Case Study of SACROC Unit." Paper presented at the SPE Digital Energy Conference and Exhibition, The Woodlands, Texas, USA, March 2015. doi: <https://doi.org/10.2118/173406-MS>
 11. Dai, Yu, Liu, Shaojun, Li, Yan, and Xiren Cao. "Establishment of an Improved Dynamic Model of the Total Deep Ocean Mining System And Its Integrated Operation Simulation." Paper presented at the Ninth ISOPE Ocean Mining Symposium, Maui, Hawaii, USA, June 2011. <https://onepetro.org/ISOPEOMS/proceedings-abstract/OMS11/ISOPE-M-11-022/25429>
 12. Pelipenko O.I., Savik V.M., Buhkalo S.I., Agejcheva O.O. Integrovani doslidzhennja z udoskonalennja obladnannja burovoi ustanovki. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXXII mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii MicroCAD-2024, 22-25 travnja 2024 r. / za red. prof. Sokola E.I. – Kh : NTU «KhPI». – 1664 p., 617.
 13. Bojko V.A., Savik V.M., Buhkalo S.I., Agejcheva O.O. Kompleksne doslidzhennja integrovanoi bezpechnoi dijal'nosti burovoi ustanovki. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXXII mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii MicroCAD-2024, 22-25 travnja 2024 r. / za red. prof. Sokola E.I. – Kh.: NTU «KhPI». – 1664., 555.
 14. Krat D.A., Savik V.M., Buhkalo S.I., Agejcheva O.O. doslidzhennja z udoskonalennja talevoi sistemi burovoi ustanovki. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika,

- tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXXII mizhnarodnoï naukovo-praktichnoï konferencii MicroCAD-2024, 22-25 travnja 2024 r. / za red. prof. Sokola Ć.I. – Kharkiv: NTU «KhPI». – 1664 p., 598.
15. Krat D.A., Savik V.M., Buhkalo S.I., Agejcheva O.O. Doslidzhennja integrovanogo pidvishhennja fontannoï bezpeki procesu burinnja pri osvocenni sverdlovini Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXXII mizhnarodnoï naukovo-praktichnoï konferencii MicroCAD-2024, 22-25 travnja 2024 r. / za red. prof. Sokola Ć.I. – Kh: NTU «KhPI». – 1664 p., 594.
 16. Tacij I.S., Savik V.M., Buhkalo S.I., Agejcheva O.O. Doslidzhennja diï universal'nogo gidravlichnogo rozshirjuvacha na riznih rezhimah burinnja. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej HXHII mizhnarodnoï naukovo-praktichnoï konferencii MicroCAD-2024, 22-25 travnja 2024 r. / za red. prof. Sokola Ć.I. – Kh.: NTU «KhPI». P. 635.
 17. Buhkalo S.I., Ageicheva A.O., Belyanskiy O.M., Rozhenko I.V., Abakumov A.A. Didactic materials perception activating methods in distance education. Visnik NTU «KhPI». Kh.: NTU «KhPI». 2024, № 1, pp. 61–70.
 18. Krat D.A., Savik V.M., Buhkalo S.I., Agejcheva O.O. Prikład proektuvannja obladnannja za ocinkoju tehničnogo stanu germetizujuchih elementiv protivikidnogo mehanizmu. Visnik NTU «KhPI». Kh.: 2024, № 2, pp. 71–79.
 19. Kucik O.M., Savik V.M., Buhkalo S.I., Agejcheva O.O. Prikład proektuvannja obladnannja za ocinkoju tehničnogo stanu germetizujuchih elementiv protivikidnogo mehanizmu. Visnik NTU «KhPI». Kh.: 2024, № 2, pp. 80–90.
 20. Buhkalo S.I.. Algoritmi navchannja studentiv politehničnoï osviti. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXHII mizhnarodnoï naukovo-praktichnoï konferencii MicroCAD-2024, 17-20 travnja 2024 r / za red. prof. Sokola Ć.I. – Kh. : NTU «KhPI».
 21. Buhkalo S.I. Kompleksni sistemi vikladannja disciplini osnovi proektuvannja obladnannja himichnih virobniectv jak spivpracija asociacij EFCE ta CFE-UA № 1 (2022): Visnik Nacional'nogo tehničnogo universitetu «KhPI». Serija: Inovacijni doslidzhennja u naukovih robotah studentiv, pp. 13-22.
 22. Bojko V.A., Savik V.M., Buhkalo S.I., Agejcheva O.O., Proektuvannja obladnannja sinergetičnih procesiv himichnoï inzhenerii za modeljami doslidzhennja modernizacii burovoi ustanovki. № 1 (2024): Visnik Nacional'nogo tehničnogo universitetu «KhPI». Serija: Inovacijni doslidzhennja u naukovih robotah studentiv, pp. 71-82.
 23. Algoritmi stalogo rozvitku ekologičnoï bezpeki kislotnogo gidravlichnogo rozrivu plastu [Elektronnij resurs] / Lizhnjuk O. P., Mihajlovs'ka O. V., Buhkalo S. I., Agejcheva O. O. // Stalij rozvitok: zahist navkolishn'ogo seredovishha. Energooshhadnist'. Zbalansovane prirodokoristuvannja : zb. materialiv 10-ï Mizhnar. molodizhnogo kongresu, 27-28 bereznja 2025, Ukraïna, L'viv / Nacional'nij universitet "L'vivs'ka politehnika" [ta in.]. – Elektron. tekst. dani. – Kiïv : Jarochenko Ja. V., 2025. – pp. 171.
 24. Kalach D.V., Mihajlovs'ka O.V., Buhkalo S.I., Agejcheva O.O. Doslidzhennja z udoskonalennja tehnologii ochishhennja plastovih vod sverdlovini za algoritmami diï. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXXIII mizhnarodnoï naukovo-praktichnoï konferencii MicroCAD-2025, 14-17 travnja 2025 r / za red.. Sokola Ć.I. – Kh. : NTU «KhPI», – p. 753.
 25. Seleznov R.V., Buhkalo S.I., Iglin S.P. Algorithms for studying experimental data in chemical engineering of titanium dioxide. Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja: tezi dopovidej XXXIII mizhnarodnoï naukovo-praktichnoï konferencii MicroCAD-2025, 14-17 travnja 2025 r / za red. prof. Sokola Ć.I. – Kh. : NTU «KhPI», – p. 716.

Надійшла (received) 19.03.2025

Відомості про авторів / About the Authors

Михайловська Олена Володимирівна (Mykhailovska Olena Volodymyrivna) – кандидат технічних наук, доцент кафедри буріння та геології, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7451-3210> e-mail: helena_2005@ukr.net

O.V. MYKHAILOVSKA

OIL AND GAS FIELD MODELING – GENERAL CHARACTERISTICS AND CAPABILITIES

The materials of the article consider the possibilities for studying the goals and objectives of the discipline in order to form in students the necessary knowledge of modeling of oil and gas fields, geological and hydrodynamic modeling of hydrocarbon deposits: a detailed consideration of the scientific justification; analysis, general characteristics and features of modeling of deposits; selection of varieties of analysis methods for solving problems using innovative methods and software complexes, their features. When writing the article, the experience of teaching the disciplines "Modeling of oil and gas fields", "Geological and hydrodynamic modeling of hydrocarbon deposits" at the National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic" at the Department of Drilling and Geology in 2023-2025 was used. Complex systems for determining the components of the discipline determined the competence and quality of the material, and the issues considered were overlooked through the prism of one's own creative perception, which makes the material especially valuable. Examples and some features of possible learning solutions based on experimental data and their scientific justification in the form of intellectual property objects are presented.

Keywords: modeling of oil and gas fields, geological and hydrodynamic models, scientific justification of student learning methods.