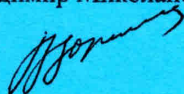


кодз. дфб. 004

1083

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Юрчишин Володимир Миколайович



УДК 622.276:004

:004(0)

1083

НАУКОВІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ
УПРАВЛІННІ ПРОЦЕСАМИ РОЗРОБКИ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ

05.15.06 - Розробка нафтових та газових родовищ

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Івано-Франківськ – 2006

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України.

Науковий консультант: доктор технічних наук, професор
Бойко Василь Степанович,
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу, професор кафедри розробки і
експлуатації нафтових і газових родовищ

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Зезекало Іван Гаврилович,
Полтавське відділення Українського державного геолого-
розвідувального інституту, м.Полтава, головний науковий
співробітник

доктор технічних наук, професор
Ковалко Михайло Петрович
Президент Української нафтогазової академії
НАК „Нафтогаз України”, м. Київ

доктор технічних наук, професор
Мислюк Михайло Андрійович,
Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу Міністерства освіти і науки України
професор кафедри буріння нафтових і газових свердловин



Провідна уста

Захист відб
спеціалізован
технічного ун
76019, Україн

З дисертац
національног
76019, Україн
Автореферат

Вчений секре
спеціалізован
кандидат техн

на засіданні
ного

Франківського

сюк І.М.



an1339

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

теми. В Україні видобувають із надр у значній кількості копалини – вуглеводневу сировину, вугілля, торф, уран. У загальному балансі споживання енергетичної сировини в Україні частка природного газу і нафти становить понад 60%. Основними шляхами забезпечення енергетичної незалежності України, аналогічно як і інших держав світу, є нарощування власного видобутку вуглеводнів, розширення географії джерел постачання нафти і газу, впровадження енергоощадних технологій тощо. Враховуючи структуру поточних видобувних запасів вуглеводнів та високу виробленість запасів за сьогоднішнього технічного рівня забезпеченості процесів розробки родовищ і обсягів розвідувального та експлуатаційного буріння, актуальним є потреба у впровадженні сучасних інформаційних систем і технологій у нафтовій та газовій галузі.

Пошук, розвідка та розробка нафтових родовищ вимагає врахування різних факторів і впровадження нових інформаційних технологій для організації систем збору, зберігання та відповідної обробки кількісної і якісної інформації з метою підтримки прийняття рішень фахівцями при управлінні процесом розробки таких родовищ, або їх „життєвим циклом”. Цим пояснюється інтенсивність наукових досліджень у даній області, які зумовлені низьким рівнем формалізації знань і необхідністю уточнення існуючих математичних моделей.

Наукові дослідження в цій області знань є багатоаспектними та широко розгалуженими, але центральною лінією в них є проблеми розробки науково-методологічних основ підтримки прийняття раціональних рішень при управлінні життєвим циклом нафтового родовища, складність яких полягає в інформаційній невизначеності при описі слабо структурованих нафтових об’єктів. Проблема має загально-теоретичне і значне прикладне значення.

Важливість проблеми прийняття рішень на етапах пошуку, розвідки та розробки нафтових родовищ зумовила високий та постійний інтерес до цієї області досліджень, особливо з врахуванням сучасних економіко-екологічних та соціально-політичних умов. Щодо підтримки прийняття рішень в різних предметних областях на основі інформаційного моделювання в умовах інформаційної невизначеності значним вкладом є здобутки теорії нечітких множин Л. Заде і штучного інтелекту Г.С. Поспелова, теорія безпаперових інформаційних технологій Г.Р.Громова і В.М. Глушкова, теоретичної інформатики Ю.М. Канигіна і Г.І. Калітича, результати застосування теорії нечітких множин та експертних систем в нафтогазовій предметній області М.А. Мислюка.

Проблеми моделювання процесів прийняття рішень з використанням методів штучного інтелекту при застосуванні технологій діяння на пласт з метою збільшення нафтовилучення розглядаються в роботах С.А. Жданова, В.В. Скворцова та інших.

У практичному аспекті стосовно використання сучасних інформаційних технологій в нафтогазовій галузі отримано ряд важливих результатів, серед яких в першу чергу слід відзначити наукові розробки вітчизняних вчених В.С. Бойка, Р.Ф. Гімера, Н.Н. Гуньки, В.М. Дорошенка, М.І. Євдошук, Д.О. Єгера,

Ю.О. Зарубіна, І.Г. Зезекала, М.П. Ковалка, Р.М. Кондрата, В.М. Мойсишина, І.М. Фика, Р.С. Яремійчука та інших.

Разом з тим загальна теорія інформаційного моделювання в цілому та інформаційного моделювання слабо структурованих нафтогазових об'єктів потребують подальшого розвитку, що і визначило проблему досліджень в даній дисертаційній роботі.

Вибраний напрям досліджень є актуальний і тим, що орієнтацію зроблено на інтенсифікацію інтелектуальної діяльності фахівця нафтогазової галузі в процесі прийняття рішення на всіх етапах життєвого циклу нафтового родовища, з обґрунтування і вибором напрямів та методик освоєння родовищ, проектування і реалізації їх розробки, експлуатації свердловин.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Викладені в роботі наукові дослідження тісно пов'язані з науково-дослідною роботою Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ) по впровадженню нових інформаційних технологій у нафтогазовій галузі. Основні положення дисертаційної роботи ґрунтуються на результатах держбюджетних робіт: „Розробка комп'ютеризованого банку даних по інфраструктурах нафтогазовидобувного комплексу України” (№ ДР 0195U009423); „Виявлення інформаційних потоків для формування автоматизованого робочого місця геолога в системі нафтогазовидобувних підприємств Держкомгеології України” (№ ДР 0195U0232244); „Експертна оцінка прогнозу нафтогазоносності осадових відкладів Прикарпатського прогину (№ ДР 0299U001781)”; „Наукові основи розробки нових інформаційно-вимірювальних керуючих систем та комп'ютерно - інтегрованих технологій для об'єктів нафтогазового комплексу України” (№ ДР 0198U009423). Результати дисертаційної роботи ввійшли також до госпдоговірних робіт з наданням науково-технічних послуг університетом: ВАТ „Укрнафта” – “Систематизація геологічної інформації по родовищах нафти і газу для комп'ютеризованої бази даних” (договір №89/95); „Систематизація геологічної інформації для утворення комп'ютеризованої бази даних свердловин” (договір № 589/97); „Організація та умови застосування методів обмеження припливу пластових вод” (договір № 104/98); ДП „Полтаванафтогазгеологія” – „Розробка програмних продуктів для автоматизованого робочого місця головного геолога” (договір № 371/94), „Розробка експертної системи по прогнозуванню нафтогазових колекторів” (договір № 211/96), „Розробка СТП „Умови та принципи застосування методів інтенсифікації видобутку нафти” (договір № 38/2001). Науковим керівником усіх названих робіт був автор дисертації.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є створення наукових основ підтримки прийняття раціональних технологічних рішень при управлінні процесом освоєння і розробки родовищ нафти та газу з використанням баз даних і баз знань.

Задачі дослідження:

1) розробка теоретичних засад системного аналізу інформаційних потоків, що описують етапи пошуку, розвідки та розробки нафтових родовищ;

2) розвиток змісту поняття “інформаційне моделювання нафтогазових об’єктів” на основі баз знань та баз даних з метою інтенсифікації інтелектуальної діяльності фахівців нафтогазової галузі;

3) розробка інформаційної моделі автоматизованої системи управління життєвим циклом нафтового родовища на основі теорії категорій;

4) удосконалення процедури діалогу фахівця нафтової і газової галузі з персональним комп’ютером при прийнятті обґрунтованих технологічних рішень у процесі управління на кожному етапі життєвого циклу та методики формування правил у базі знань з використанням різних пріоритетів та їх активності в експертній системі;

5) розробка методики отримання знань від фахівців нафтогазової галузі та інших джерел про нафтогазову предметну область за запитом особи, яка приймає рішення, відповідно до його інформаційних потреб, а відтак методики поетапної формалізації знань експерта на основі аналізу якісних і кількісних інформаційних потоків при описі нафтових об’єктів;

6) розробка і реалізація на практиці експертних систем для прогнозу нафтогазоносності, пошуку нафтогазових покладів, раціонального вибору варіанту системи розробки родовища, обмеження припливу пластових вод у свердловину, методу інтенсифікації видобування нафти при освоєнні нафтового родовища.

Об’єкт дослідження – процес прийняття технологічних рішень при управлінні освоєнням і розробкою нафтових родовищ в умовах неповної та нечіткої інформації.

Предмет досліджень – нові інформаційні технології підтримки прийняття рішень фахівцем нафтогазової галузі з використанням теорії категорій.

Методи досліджень базуються на сучасних положеннях теорій пошуку, розвідки та розробки нафтових родовищ, інформатики та інженерії знань, нечітких множин та теорії категорій.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Вперше розроблено теоретичні засади системного аналізу інформаційних потоків з використанням баз знань, на всіх етапах освоєння нафтових родовищ, які уможливили дослідити основні кількісні та якісні параметри стосовно нафтових слабо структурованих об’єктів, розробити методику поетапного накопичення знань експерта при інформаційному описі нафтогазових об’єктів.

2. Розвинуто основи інформаційного моделювання нафтогазових об’єктів, що додатково до відомих положень математичного моделювання уможливило врахувати базу знань та базу даних у нафтогазовій області; інтенсифікувати інтелектуальну діяльність фахівців нафтогазової галузі; методологічно дослідити інформацію з переходом від формально-математичного до змістовного аналізу інформаційних моделей, які описують слабо структуровані нафтогазові об’єкти і дають змогу вибирати раціональні геолого-геофізичні моделі родовища та гідрогазодинамічні моделі процесів у нафтових покладах з метою подальшого проектування освоєння родовища та геолого-технологічного контролю за ним.

3. Вперше розроблено новий метод опису нафтового родовища на теоретико-множинному рівні, що забезпечило, можливість зображати зв’язки і відмінності між

різними об'єктами нафтогазової області; приймати (при описі і застосуванні методу дослідження інформаційних потоків) обґрунтовані рішення щодо напрямків і доцільності подальшої розробки нафтового родовища.

4. Удосконалено процедуру аналізу інформаційної напруженості в процесі діалогу фахівця нафтогазової галузі з персональним комп'ютером на етапах пошуку, розвідки та розробки нафтових родовищ і розроблено методи зняття цієї напруженості на кожному етапі роботи з базою знань, що дає змогу фахівцеві приймати раціональні технологічні рішення.

5. Вперше розроблено інформаційну модель автоматизованої системи управління життєвим циклом нафтового родовища на основі теорії категорій, яка описує процеси пошуку, розвідки та розробки нафтового родовища і враховує кількісні й якісні інформаційні потоки та забезпечує прийняття ефективного рішення.

6. Удосконалено методику формування правил продукцій у базі знань з використанням їх пріоритетів у ході діалогу користувача з експертною системою, що дає змогу кількісно оцінювати вплив правила на пріоритет його використання та забезпечує прийняття ефективних технологічних рішень у процесі управління на кожному етапі освоєння нафтового родовища.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Систематизовано геологічну інформацію по вуглеводневих розвідувальних свердловинах Західного регіону України стосовно до комп'ютерної бази даних, яка є зручною при аналітичних дослідженнях та моделюванні процесів розробки родовищ та експлуатації свердловин і впроваджена у ВАТ "Укрнафта".

2. Створено експертну систему РОКЛАД по прогнозуванню наявності нафтових покладів у надрах, яка забезпечує інформаційну підтримку прийняття рішень фахівцями. Експертна система впроваджена в нафтогазорозвідувальних та нафтогазовидобувних підприємствах України.

3. Розроблені і впроваджені в ДП "Полтаванафтогазгеологія" автоматизоване робоче місце головного геолога та експертна система COLECTOR, які забезпечують інформаційну підтримку прийняття рішень при розробці нафтогазових родовищ.

4. Розроблені експертні системи PLAST і NAFTA для вибору раціональних технологій обмеження припливу пластових вод у свердловину та інтенсифікації видобування нафти.

Одержані наукові результати впроваджено у ВАТ "Укрнафта" (м.Київ), ДП "Полтаванафтогазгеологія" (м. Полтава), в Державному комітеті по геології та використанню надр (м.Київ), що підтверджено відповідними актами.

Особистий внесок здобувача. У дисертаційній роботі основні результати отримано автором самостійно, а особистий внесок у роботах, опублікованих у співавторстві, наступний: [2, 6, 17, 31] – проведено аналіз семантичних зв'язків при опису слабко структурованих нафтогазових об'єктів та методологічно розвинуто методи переходу від формально-математичного до змістовного аналізу інформаційних моделей, які їх описують з використанням баз знань на етапах пошуку, розвідки та розробки нафтових родовищ; [8, 12 25, 32] – запропоновано при формуванні баз знань використовувати фрейми та правила продукцій з

урахуванням коефіцієнтів впевненості фахівців нафтогазової галузі при прийнятті технологічних рішень; [20, 21] – виконано постановку задачі та розроблено алгоритм по формуванню баз знань, необхідних для обмеження припливу пластових вод у нафтову свердловину.

Апробація результатів дисертації. Основні положення результатів дисертаційних досліджень обговорювалися та отримали схвалення на: науково-практичній конференції "Стан, проблеми і перспективи розвитку нафтогазового комплексу Західного регіону України" (Львів, 1995р.); міжнародній конференції "Нафта і газ України-98" (Полтава, 1998р.); міжнародній науково-практичній конференції "Нафта і газ України-2000" (Івано-Франківськ, 2000 р); міжнародній науково-практичній конференції "Нафта і газ України – 2002" (Київ, 2002 р.); міжнародній науково-практичній конференції "Проблеми і шляхи енергозабезпечення України" (Івано-Франківськ, 1993р.); Всеукраїнській науковій конференції "Застосування обчислювальної техніки, математичного моделювання та математичних методів у наукових дослідженнях" (Львів, 1995р.); міжнародній конференції "Математическое моделирование" (Херсон, 1996р.); міжнародній конференції "Математические модели и современные информационные технологии" (Херсон, 1998р.); міжнародному симпозиумі "Комп'ютери у Європі: минуле, сучасне, майбутнє" (Київ, 1998р.); VI науково-технічній конференції "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах" (Хмельницький, 1999р.); VI міжнародній науково-практичній конференції "Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології життєзабезпечення людини" (Харків, 1999р.); міжнародній конференції з управління "Автоматика - 2000" (Львів, 2000р.); 6-й міжнародній конференції "Теория и техника передачи, приема и обработки информации" (Туапсе, Краснодарський край, Росія, 2000р.); міжнародній науково-технічній конференції "Інформаційно-комп'ютерні технології-2002" (Житомир, 2002р.); наукових семінарах кафедри розробки і експлуатації нафтових і газових родовищ та кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем ІФНТУНГ, науково - технічних конференціях та наукових семінарах при захисті науково-дослідних робіт в ІФНТУНГ, в ДП "Полтаванафтогазгеологія", в Державному комітеті по геології та використанню надр, ВАТ "Укрнафта", (1994-2005р.р.)

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи опубліковано в 33 фахових виданнях, затверджених ВАК, серед яких 23 статті без співавторів.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, шести розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків. Зміст дисертації викладено на 353 сторінках, які містять 118 рисунків, 5 таблиць, 6 додатків, 235 назв бібліографічних джерел.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показано її наукову та прикладну спрямованість, сформульовано мету роботи та задачі дослідження, які потрібно вирішити для її досягнення. Подано коротку характеристику результатів досліджень, ступінь їх апробації та розкриття в публікаціях.

Перший розділ дисертації присвячено аналізу інформаційних потоків життєвого циклу нафтового родовища і проблемам їх формалізації.

Нафтове родовище, як і будь-який об'єкт, має свій життєвий цикл, який включає такі процеси: пошук, розвідка та розробка (рис. 1). Процес розробки нафтового родовища є динамічним, змінним у часі і характеризується стадіями: освоєння експлуатаційного об'єкта (I); стабільного видобутку вуглеводнів(II); значного зменшення видобутку вуглеводнів (III); завершальна (IV). На кожній з цих стадій накопичується інформація про нафтогазовий об'єкт.

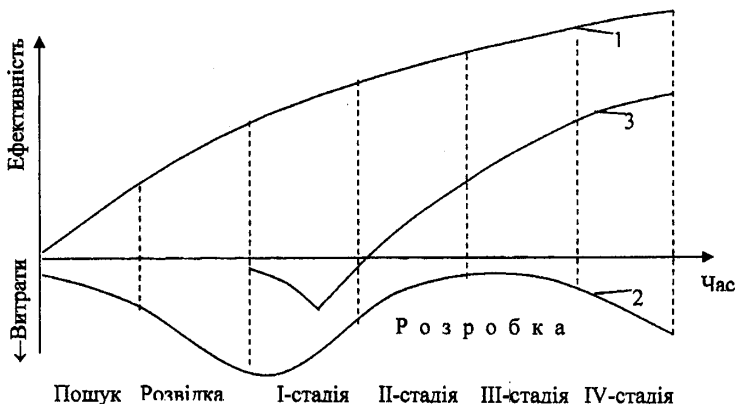


Рис.1. Узагальнена графічна інтерпретація життєвого циклу нафтового родовища з одержанням нових знань про нього та необхідних витрат і ефекту в часі: 1 – накопичені знання; 2 – витрати на одержання додаткових знань про функціонування нафтового родовища; 3 – витрати та економічний ефект від виробничого освоєння родовища (промислова розробка, експлуатація, консервація та ліквідація окремих свердловин) без урахування витрат на одержання додаткових знань

Життєвий цикл можна поділити на два етапи: дослідження і виробництво. На першому етапі життєвого циклу родовища одержання додаткових знань (лінія 1) інформація накопичується при зростанні витрат (лінія 2) на здійснення регіональних геологічних, пошукових, пошуково-оціночних робіт, попередньої та детальної розвідки, проектування та будівництва свердловин, часткового освоєння родовища. Економічний ефект (кінцева частина лінії 3) виникає лише після компенсації витрат на освоєння виробничих потужностей родовища і його промислової розробки. Питання консервації пробурених свердловин та їх ліквідації з пов'язаними із цим витратами може виникнути як на етапі досліджень, так і на етапі виробництва. На першому етапі процес консервації свердловин може виникнути під час геолого-економічних досліджень, коли виробляються знання не в аспекті природної якості родовища за його геологічними, геофізичними, хімічними і іншими властивостями, а в аспекті їх корисності, функціональних, економічних та екологічних якостей. Консервація нафтових свердловин та їх

ліквідація на етапі виробництва може виникнути на основі знань про еколого-економічну доцільність продовження їх експлуатації.

Вирішення складних багатоаспектних завдань з життєвого циклу нафтових родовищ вимагає об'єднання знань і досвіду фахівців різного профілю (геологів, геофізиків, буровиків, фахівців по розробці родовища, програмістів). Така інтеграція виявляється можливою і результативною лише в тому випадку, якщо спільна дія усіх учасників досліджень є певним чином організована. Тут особливо важливим є вмiле узгодження вузькоспеціальних досліджень, їх переорієнтація на досягнення єдиної мети. Це, в свою чергу, вимагає вироблення єдиного в методологічному аспекті інформаційного підходу, що визначає як процедуру проведення спостережень, так і інтерпретацію одержаних результатів в умовах інформаційної невизначеності.

У результаті аналізу нами встановлено, що інформація, яка описує нафтову предметну область, зумовлена низьким рівнем формалізації знань. Це конкретно проявляється:

- 1) за рахунок відсутності логічно, коректно оформлених понять про виділення однотипних нафтогазових об'єктів;
- 2) підведення під один термін суттєво різних предметів досліджень або тлумачення однотипних об'єктів різними термінами;
- 3) опис однотипних об'єктів різним набором параметрів, що веде до дублювання і невизначеності при формуванні правил у базі знань;
- 4) використання ознак, які сприймаються неоднозначно, тобто суб'єктивно;
- 5) відмінності методів визначення певного показника, що веде до необхідності фіксувати, зберігати і обробляти декілька значень одного показника нафтогазового об'єкта.

Нами вперше дано тлумачення інформаційного поняття нафтогазового об'єкта, яким може бути пастка, родовище, поклад, частина покладу, пласт, сукупність пластів, колектор, kern, шліф, свердловина, що дало змогу відповідно опрацьовувати накопичену інформацію, класифікувати її і формувати для комп'ютерного використання. Наприклад, колектор можна описати такими кількісними та якісними факторами: тип колектора (теригенний, карбонатний, вулканогенний, глиняний), клас (А, В, С, D, E – для теригенних; I, II, III, ... VIII – для карбонатних тощо), пористість (більше 20, 20-15, 15-10, 10-5, менше 5%), проникність (більше 1000, 1000-500, 500-300, 300-100, 100-50, 50-25, 25-10, $10 \cdot 10^{-3}$ мкм²), ємність (висока, середня, низька) тощо.

Аналіз нафтогазової предметної області свідчить, що обсяг знань фахівця - експерта про предметну область дуже великий, але виникають труднощі зі способом одержання цих знань. Формальним вираженням цих знань є інформація про нафтогазові об'єкти, яка передбачає наявність таких чотирьох величин: опорної множини X об'єктів; інформаційного показника x одного з об'єктів X , або $x \in X$; підмножини ρ об'єктів з X , тобто $\rho \subset X$ та інформаційної достовірності k , яка характеризує достовірність виконання головної умови $x \in \rho$. У дисертації запропоновано формалізувати будь-яку інформацію про нафтогазовий об'єкт $x \in X$ у вигляді таких кортежів (наборів даних):

$$\{ k, \rho, x \}.$$

Встановлено, що невизначеність інформації про нафтогазовий об'єкт зумовлена комплексом причин, головною з яких є унікальність кожного об'єкта, його масштабність, скритність, а також складність внутрішньої будови. Наприклад, імовірнісний характер геологорозвідувальної інформації є одною з причин багатостадійності геологорозвідувального процесу.

Імовірність одержання якісної інформації про нафтогазовий об'єкт (P) можна оцінити

$$P = P_1 P_2 P_3,$$

де P_1 – ймовірність знаходження родовища в межах досліджуваного нафтогазового об'єкта; P_2 – ймовірність виявлення родовища в заданому нафтогазовому об'єкті певним методом пошуку; P_3 – ймовірність того, що це родовище виявиться промисловим. Інформаційний опис знаходження продуктивного родовища (ймовірність P_1) залежить від вибору методики досліджень та інтуїції спеціалістів, які визначають у певній мірі успіх пошуку. Інформаційний опис виявлення продуктивного родовища (ймовірність P_2) залежить від якості пошуково-розвідувальних робіт. Зроблено висновок, що величина P_3 визначається природними аспектами і можливостями економіки.

Ці положення у відповідності до сучасного науково-технічного і методологічного рівня свідчать, що застосування сучасних інформаційних технологій з використанням баз даних (БД) та баз знань (БЗ) у нафтогазовій галузі вимагає вдосконалення логічно неформальних понять про однозначний опис нафтогазових об'єктів. Спроектвана БД уявляє собою інформаційну модель нафтогазової предметної області, наприклад нафтового родовища. БЗ встановлює зв'язки між цими даними на основі інтуїції та досвіду фахівця нафтової і газової галузі, наприклад, прийняття рішення для розміщення свердловин з метою освоєння і розробки нафтового родовища.

Нами вперше запропоновано застосовувати теорію категорій, яка уможливорює об'єднання теорій – розробка нафтових родовищ, управління ними, прийняття рішення, баз даних та баз знань, що дає змогу проводити проектування, аналіз, контроль та регулювання розробки нафтових родовищ, здійснювати інтенсифікацію припливу нафти до вибоїв свердловин та обмеження припливу пластових вод у свердловину.

У другому розділі розроблено теоретичні засади інформаційного моделювання нафтогазових об'єктів на основі застосування теорії категорій.

Інформаційне середовище нафтогазової предметної області розглядаємо як простір пошуку, а формалізацію такого простору задаємо у вигляді функціональної залежності:

$$I_p = (S, X),$$

де $S = \{s_i\}$; $s_i = (H_i, D_i)$; $i = 1, n$; $D_i = (C_i, V_i, F_i)$; $V_i = \{L_{ij}, R_{ij}\}$, $j = 1, N$; I_p – множина опису інформаційного середовища; S – множина нафтогазових об'єктів; s_i – i -ий нафтогазовий об'єкт; H_i – найменування i -го нафтогазового об'єкта; D_i – інформація про i -ий нафтогазовий об'єкт; C_i – множина суттєвих значень в i -му нафтогазовому об'єкті, V_i – множина властивостей, що описують i -ий об'єкт; L_{ij} – множина властивостей у j -ої суттєвості i -го нафтогазового об'єкта, N – кількість суттєвих значень в i -му нафтогазовому об'єкті; R_{ij} – середня кількість значень властивостей j -ої сутності в i -му об'єкті; F_i – множина функціональних залежностей i -го нафтогазового об'єкта, яка містить ці залежності між властивостями однієї суттєвості, між суттєвостями i -го нафтогазовидобувного об'єкта та між сукупністю властивостей однієї суттєвості; X – множина відношень між нафтогазовими об'єктами, які входять у склад інформаційного середовища.

При описі життєвого циклу нафтового родовища розглядаємо наступні процеси: пошук (A), розвідка (B), розробка (C), експлуатація (D) та консервація (E). На теоретико-множинному рівні весь технологічний життєвий цикл нафтового родовища подаємо у вигляді FinSet категорії (рис. 2), для яких перехід від одного етапу життєвого циклу до іншого відображаються за допомогою морфізмів. Це вказує на можливість існування морфізму, який відображає функцію співвідношення між $C \rightarrow E$, і для Передкарпатського нафтового регіону відповідає таким фактам: по менілітовому покладу Долинського родовища вторинна газова шапка почала утворюватися наприкінці 1958 р., коли через високий газовий фактор було закрито чотири свердловини, розташовані у купольній частині.

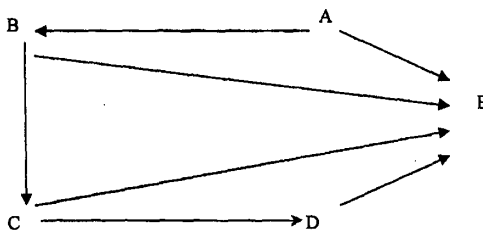


Рис.2. Подання життєвого циклу нафтового родовища за допомогою FinSet категорії

Оскільки нафтогазові об'єкти є слабо структурованими, то при їх інформаційному описі має місце інформаційна невизначеність, яка може бути подана у вигляді ентропії згідно основ теоретичної інформатики, що є не просто мірою невизначеності випадкової величини, а мірою недовикористання

У даному випадку морфізм – це функція, яка утворюється співвідношеннями між параметрами АСУ, є одним із складових запропонованої експертної системи. Даний морфізм дає можливість на основі знань фахівця нафтогазової галузі зробити висновок про існування продуктивних колекторів. Новизна і особливість такого підходу до підтримки прийняття рішення при управлінні життєвим циклом нафтового родовища полягає в тому, що допомагає фахівцям нафтогазової галузі використовувати сучасні інформаційні технології на основі баз даних та баз знань.

У третьому розділі розроблено методи прийняття рішень для управління процесами розробки нафтових родовищ.

Нами запропоновано розглядати три основні фактори, які відзначені в Національній програмі “Нафта і газ України до 2010 року” – закономірності розміщення покладів нафти по стратиграфічному розрізу і території нафтогазоносного басейну (Ω_1); кількісну оцінку прогнозних ресурсів вуглеводнів (Ω_2); практичні результати пошукових робіт за останні роки (Ω_3), тобто $\Omega_i (i=1,2,3)$ – з точки зору теорії категорій у вигляді пучка ростків. Тоді перетин цих множин і дає очікуваний позитивний результат – множину V (рис.4). Тобто на основі таких характеристик: сукупність ознак та зв'язків, які зумовлюють утворення нафтового родовища (геологічна будова, тектонічна будова тощо), можна отримати у результаті геологічних і геофізичних досліджень (Ω_1); розрахунок запасів вуглеводнів на родовищі (Ω_2); уточнення розмірів і характеру родовища, а також інформація про нововідкриті нафтогазоносні горизонти (Ω_3). Наприклад, за 1966 - 1978 р.р. на Гвіздецькому родовищі пробурено 9 експлуатаційних свердловин, а за наслідками буріння з'ясувалося, що передбачувана геологічна будова площі не підтвердилася (змінювалося простягання структури, зменшилися її розміри, змінювалося положення водонафтових контактів). Це призвело до того, що проектні показники родовища не були досягнуті. А цього можна було б уникнути, враховуючи зв'язки між інформаційними потоками і на основі теорії категорій уточнити контури розміщення нафтогазового пласта.

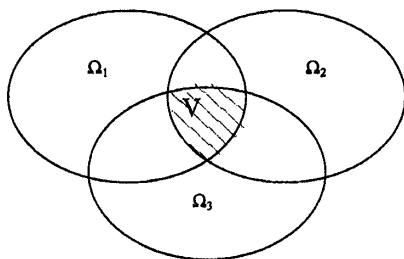


Рис.4. Початкова факторизація для нафтогазової предметної області

У дисертації розроблено інформаційну модель виявлення параметрів нафтогазоносності з точки зору теоретико-множинного рівня, що дало змогу встановити структуру дерева рішень для визначення можливості існування

покладів. За допомогою множинно-категорійного аналізу встановлено кількісну залежність між масштабуванням при відповідному типі геофізичного методу розвідки в сукупності і ймовірністю достовірного визначення накопичення вуглеводнів. Якщо через функції h_i ($i=1,2,3$) позначити відповідно сукупність даних про магнітну, сейсмічну і акустичну розвідку, через функції f, g, k і r – інші методи досліджень (аналіз керна, аналіз шламу, аналіз термодинамічних умов у експлуатаційних свердловинах тощо), то на основі теорії категорій нами отримано діаграму (рис.5).

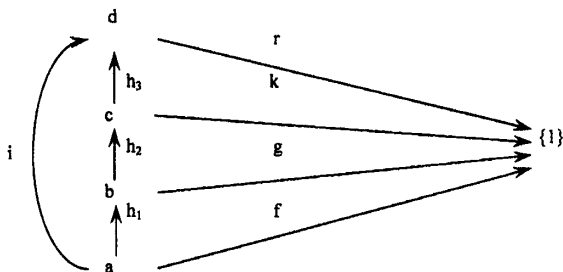


Рис.5. Діаграма виявлення перспективності нафтогазового району

де a – утворення вуглеводнів; b – формування вуглеводнів; c – знаходження вуглеводнів; d – інформаційний потік. При цьому, можна переходити від об'єкта a до об'єкта d одразу за допомогою функції $v=h_3 \otimes h_2 \otimes h_1 i$, де \otimes — композиція результатів магнітних, сейсмічних і акустичних даних. Слід зауважити, що $f=g \otimes h_1$; $g=k \otimes h_2$; $k=h \otimes h_3$, тобто при визначенні об'єкта $\{1\}$ всі інформаційні потоки (функції) є досить важливими при переході від a до $\{1\}$. На основі цього ми робимо висновок про перспективність нафтогазоносного району.

Процес підготовки пошукових об'єктів починається з дослідження геологічної будови маловивчених територій, загальної оцінки перспектив її нафтогазоносності та закінчується виявленням і підготовкою локальних пасток для глибокого буріння. З точки зору теоретико-множинного підходу вибір точок закладання пошукових свердловин є зоною дослідження, яка описується множиною інформаційних потоків A , а структурні одиниці $x, y \in A$, наприклад, склепіння, літологічний екран, тектонічне порушення, стратиграфічний розріз тощо. На основі множинно-категорійного аналізу автором вперше розроблено інформаційну модель пошукового буріння, що дало змогу запропонувати вибір пріоритетних точок закладання пошукових свердловин, який визначається будовою базового покладу (рис.6).

На рис. 6 позначено : A – вхідна множина інформації про зону дослідження нафтогазоносного регіону; B – об'єктивна характеристика наявності вуглеводнів; C – множина інформації, одержаної від застосування методів дослідження функції f . У даному випадку ми можемо застосувати співвідношення $f: A \rightarrow C$, якщо позначимо $R_f = \{ \langle x, y \rangle : x \in A, y \in C; f(x) = f(y) \}$, або $x R_f y$, де x, y – структурні одиниці зони дослідження, тоді одержимо декартовий добуток у категорії Set. Тут f^* визначається

рівністю $f'(x)=f(x)$, для $x \in f'(B)$. Під функцією f' ми розуміємо узагальнення інформаційного потоку.

Наприклад, в умовах Лопушнянського родовища, A – сукупність даних, отриманих від польової розвідки, аналізу ядерного матеріалу по найближчих родовищах; B – сукупність даних від буріння свердловин, на основі чого було підтверджено наявність родовища за допомогою функції (стрілка f), тобто оцінка нафтогазоносності; C – множина інформації, яка була отримана, зокрема зразки порід по відкладах, густина, міцність, пористість тощо. На основі цих даних зроблено висновок про наявність вуглеводнів на даному родовищі, що і є на сьогодні фактом.

На рис. 7 показано інтерпретацію підготовки пасток до пошукового буріння на теоретико-множинному рівні.

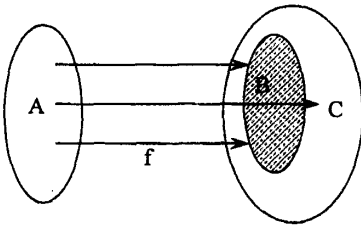


Рис.6. Теоретико-множинна інтерпретація процесу підготовки пошукових об'єктів

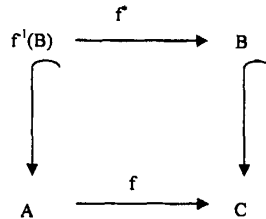


Рис.7. Інтерпретація підготовки пасток до пошукового буріння

Наприклад, в умовах Лопушнянської площі: A – Лопушнянське родовище; стрілка f' – оконтурювання родовища; стрілка f – колекторські властивості, гідрологічні умови, оцінка нафтогазоносності; стрілка $B \rightarrow C$ – буріння пошуково-розвідувальних свердловин. На основі даної діаграми робимо висновок про доцільність розробки окремо взятого пласта, що фактично і прийнято.

Для розв'язування цілого ряду задач, які виникають при проектуванні та аналізі розробки нафтових родовищ, доцільно використовувати методи розрахунку процесу заводнення, які повніше враховують кінематику потоку рідини до свердловини. До таких методів відносяться: вибір найбільш раціональної схеми заводнення і оптимальної густоти сітки свердловин; оцінка впливу обводнених свердловин на техніко-економічні показники і кінцеве нафтовилучення із пласта; вибір найбільш ефективних заходів по регулюванню процесу розробки, оцінка ефективності зміни кінематики потоків рідини на процес розробки нафтових покладів.

На категорійному рівні при виникненні задачі проектування та аналізу розробки нафтових родовищ (задача B) запропоновано робити зіставлення з наступною TopSet – категорією (рис.8). На рис. 8 всі відношення між об'єктами є монострілками і визначають методи розв'язування; A_1, A_2, A_3 – проміжні результати, множина $\{1\}$ – кінцевий розв'язок для прийняття рішення підготовки родовищ

згідно з існуючими методиками. В умовах Передкарпатського нафтогазоносного регіону проміжним результатом, тобто A_1 будуть нафтові поклади Долинського і Битківського родовищ, які знаходяться в стадії переходу на II етап режиму розчиненого газу. Тут також уже кілька років йде процес утворення вторинних газових шапок, а стрілка $B \rightarrow A_1$ – це сукупність факторів, які зумовляють перехід з одного режиму розробки на інший. На основі даної діаграми можна зробити висновки про стан нафтового родовища.

Враховуючи, що при розробці нафтових родовищ створюється певний фонд свердловин і основну частину фонду складають видобувні і нагнітальні свердловини, то у дисертації запропоновано зобразити на множинно-категорійному рівні структуризацію групи нагнітальних свердловин у вигляді діаграми (рис.9),

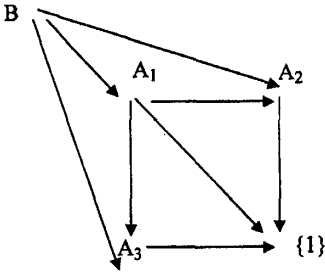


Рис.8. Використання TopSet-категорії для аналізу стану нафтового родовища

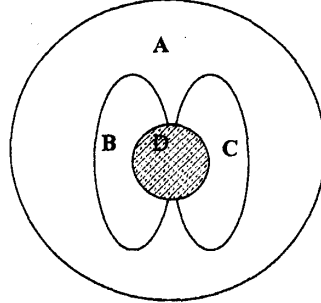


Рис.9. Структуризація груп нагнітальних свердловин

де A – фонд експлуатаційних свердловин; B – видобувні свердловини; C – нагнітальні свердловини; D – діючі свердловини. Тоді на множинному рівні $D \subset B \cap C$, однак $D \not\subset B$ і $D \not\subset C$. У структуру кожної множини входять як кількісні, так і якісні показники окремо взятої свердловини з того чи іншого фонду.

Оцінимо етап розробки за допомогою NonSet-категорії. Для цього введемо такі позначення: R – весь період розробки нафтового об'єкта; A_1, A_2, A_3, A_4 – відповідно, кожна стадія розробки (див. рис.1).

Якщо звернемося до теорії категорій (рис. 10), то відношення в даній NonSet – категорії $f_i: R \rightarrow A_i$ – означає інформацію, яка стверджує віднесення процесу розробки (R) до однієї із названих стадій видобування нафти (A_i).

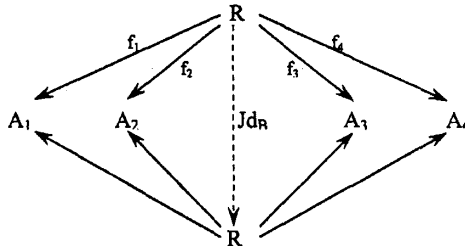


Рис.10. Визначення стадії розробки родовища з допомогою NonSet-категорії

При визначені етапу розробки родовища за допомогою теорії категорій беруться параметри розробки родовища, які між собою не зв'язані, але у сукупності дають можливість визначити етап розробки (A_1, A_2, A_3, A_4).

В умовах застосування процедури щодо Гвіздецького родовища використовуються такі параметри для визначення етапу розробки родовища: тиск пласту по середній відмітці покладу, зниження пластового тиску $p_{пл}$ на пружному режимі, депресія, середній газовий фактор, коефіцієнт нафтовіддачі, Jd_B – стрілка, яка враховує зв'язок між цими параметрами на категорійному рівні і визначає етап розробки родовища.

На основі обробки інформації за промисловим досвідом фахівців нафтової і газової галузі з питань розробки багатопластових об'єктів зроблено висновок про високу ефективність нафтовилучення із застосуванням методу зміни напрямку фільтраційних потоків у пласті. Поряд з цим, широке застосування цього методу в ряді випадків призводить до створення зон повторного нафтонасичення в промитих водою пластах, тобто до створення зовсім інших умов для витіснення нафти при одній і тій ж нафтонасиченості пласта. Застосування такого методу уможливило підвищити нафтовилучення із пластів, виключити створення повторної нафтонасиченості в промитих водою зонах, покращити умови витіснення нафти із охолоджених пластів, що дало змогу зберегти створений пластовий тиск протягом тривалого часу. На категорійному рівні застосування описаного методу означає використання функції Jd_{N_i} , де N_i – поточний тиск в i -му пласті, а на теоретико-множинному рівні отримуємо діаграму, яка показана на рис. 11.

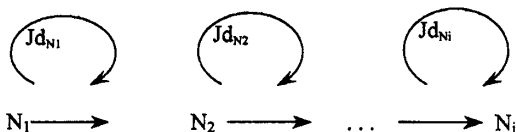


Рис.11. Діаграма методу зміни напрямків фільтраційних потоків

Так, на основі дослідних даних за допомогою функцій $Jd_{N_1}..Jd_{N_i}$, у яких враховуються термодинамічні коефіцієнти фільтраційних потоків та співвідношення між ними, в умовах Гвіздецького родовища можна підтвердити цей аналіз даними по трьох нафтогазоносних пластах на момент вивчення: 1 шар (пластовий тиск – 21 МПа, коефіцієнт нафтовіддачі – 0,332, коефіцієнт обводнення – 97,6 %); 2 шар (пластовий тиск – 18 МПа, коефіцієнт нафтовіддачі – 0,302, коефіцієнт обводнення – 97,7 %), 3 шар (пластовий тиск – 19,5 МПа, коефіцієнт нафтовіддачі – 0,341, коефіцієнт обводнення – 97,3 %)

На основі аналізу застосування фізико-хімічних, теплофізичних, термохімічних методів та їх комбінацій і на основі теоретичних, експериментальних, лабораторних і промислових досліджень та аналізу

інформаційних потоків можна зробити висновок, що значного підвищення нафтовилучення можна досягнути при використанні газоводяних сумішей після створення в покладах певних термобародинамічних умов (наприклад, в умовах Битківського нафтового родовища). Запомпування газоводяної суміші у поклад здійснюється після пониження поточного пластового тиску до рівня, що не перевищує 0,7–0,8 величини початкового пластового тиску, при чому поклад спочатку розробляється на водонапірному режимі. Кінцеве нафтовилучення при застосуванні способу збільшується на 8-10 % порівняно із заводненням. Якщо S_1 – газоводяний спосіб, f_1 і f_2 – реалізація методів цього способу; A_1 , B_1 – проміжні результати, N – коефіцієнт нафтовилучення, тоді одержимо *FinSet* – категорію, яка показана на рис. 12.

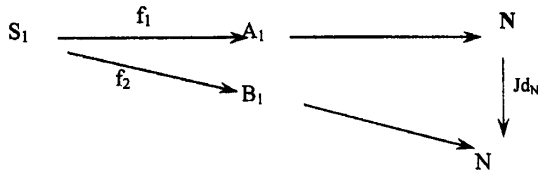


Рис.12. Категоризація процедури методу кінцевого нафтовилучення на основі *FinSet*-категорії

Практика розробки Прикарпатських нафтових покладів показала, що нафта, яка залишилася в покладі після тривалого гравітаційного дренажу, втримується капілярно-молекулярними силами і є “мертвою” при таких методах діяння на поклад, як заводнення і газоповітряна репресія. Тут f_1 , f_2 – заводнення і газова репресія, A_1 , B_1 – дебіти свердловин при застосуванні цих методів, N – кінцевий коефіцієнт нафтовіддачі. На основі цієї діаграми можна зробити висновок про кінцевий коефіцієнт нафтовіддачі.

Таким чином, проведене дослідження структури нафтогазових об’єктів показує доцільність інформаційного моделювання динаміки процесів розробки нафтового родовища на основі теорії категорій. Зазначимо, що після прийняття рішення щодо вибору системи розробки родовища для його проектування застосовуються відомі гідрогазодинамічні чи статистичні моделі.

У четвертому розділі розглянуто методи використання сучасних інформаційних технологій для управління процесами розробки нафтових родовищ. Аналіз способів формального опису діалогу користувача з комп’ютером у процесі формування баз даних свідчить, що при розгляді проблем проектування діалогових систем ігнорується специфіка задач, які вирішуються в діалозі.

У зв’язку з цим, розроблено комплекс програмних засобів з використанням сучасних інформаційних технологій для формування банку даних по нафтогазовому об’єкту, що дає змогу накопичувати інформацію та використовувати її для підтримки прийняття раціональних технологічних рішень.

Запропоновано при проектуванні інформаційної системи залучати до цього процесу майбутніх користувачів такої системи. Кінцевий користувач знає, що хоче від інформаційної системи, він здатний запропонувати систему, яка повніше задовольняє його вимогам. Методологію проектування інформаційної системи за участю користувача розроблено і використано автором при розробці АРМ геолога.

У дисертації дано критичний аналіз відомих експертних систем, які використовуються в даний час для формалізації знань у нафтогазовій предметній області. Так, експертна система DIPMETER ADVISOR, яка розроблена компанією Schlumberger – Doll Research, виводить картину підземних геологічних структур; експертна система DRILLING ADVISOR, яка розроблена компанією Teknowledge у співробітництві з Societe Nationale Elf Aguitaine, допомагає буровому майстру при бурінні нафтогазових свердловин вирішувати питання, що пов'язані з прихопленням долота; експертна система LITHO, яка розроблена компанією Schlumberger, допомагає геологам інтерпретувати дані каротажу нафтових свердловин; експертна система MUD, яка розроблена в Університеті Карнегі в співпраці з компанією NL Baroid, допомагає інженерам забезпечувати оптимальні властивості бурового розчину.

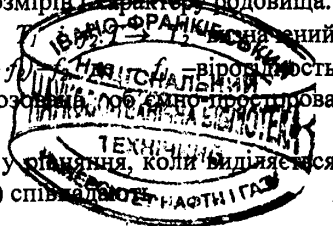
На основі аналізу літературних джерел та відомих експертних систем нами зроблено висновок, що існує два основні підходи до розробки таких систем. Один оснований на чітких логіко-математичних принципах і поданні знань у вигляді правил продукцій, другий - на накопиченні знань у найбільш зручній для користувача формі і їх наступному об'єднанні. Відмінність підходів зумовлена відмінностями в уявленні про ступінь структурованості подання знань в інформаційній системі. Однак, для подання складних понять нафтогазової предметної області цих операцій недостатньо. Тут потрібні операції декартового добутку областей, суми, перетину тощо. Ми враховуємо, що теоретичні множинні варіанти означень нам не підходять, оскільки знання в нафтогазовій справі – це не просто множини, а категоризовані домени.

Для подання знань в термінах теорії категорій використовуються операції, які дають змогу виражати і перетворювати їх через одержані формально-логічні конструкції. Це дає можливість встановлювати властивості множини інформаційних потоків нафтогазової предметної області не тільки на основі елементів, що її описують, а на встановленні її зв'язків з іншими множинами.

Нехай T - множина даних про існування запасів вуглеводнів, а T_1 - множина характеристик, що зумовлюють утворення нафтового родовища і T_2 - сукупність даних про уточнення розмірів і характеру родовища – дві області знань в категорії нафтового родовища K . Тоді, отримаємо $p_1: T_1 \times T_2 \rightarrow T_1$; $p_2: T_1 \times T_2 \rightarrow T_2$, де p_1 – задача знаходження родовища, p_2 – задача уточнення розмірів і характеру родовища.

Одержимо такі властивості (морфізми) $f_1: T \rightarrow T_1$ і $f_2: T \rightarrow T_2$, де f_1 – морфізм $(f_1, f_2): T \rightarrow T_1 \times T_2$, такий що $p_1(f_1, f_2) = f_1$ і $p_2(f_1, f_2) = f_2$, де f_1 – характеристика родовища, а f_2 – прогнозна характеристика родовища.

Аналогічно вводиться сума областей і операцій у випадку, коли виділяється максимальна підобласть в T_1 , де властивості (морфізми) співвідносять частини



Особливе місце для моделювання знань займають операції, пов'язані з експоненціюванням (у нашому випадку множина даних геології та геофізики): $T_1 \Rightarrow T_2$. Для кожного морфізму $f: T_1 \rightarrow T_2$ будується елемент $\lambda(t, 1) \circ T_1(f): 1 \rightarrow (T_1 \Rightarrow T_2)$ в область $T_1 \Rightarrow T_2$ і навпаки, для кожного $t: 1 \rightarrow (T_1 \Rightarrow T_2)$ визначається експоненційне перетворення $exp(t)$, яке враховує процес інтерпретації даних геології та геофізики, наявність продуктивного горизонту, умови залягання продуктивного горизонту тощо.

Ці операції введено нами при складанні і використанні баз знань для експертної системи COLECTOR.

Проектуючи систему з нечіткою логікою для прогнозування нафтогазових покладів в експертній системі POKLAD, автор зіткнувся з деякими відмінностями від класичних "простих" правил. Насамперед, повна невизначеність у правилах та інтуїтивний підхід до вирішення проблеми експертом призводив до того, що навіть позитивне значення якогось підправила або правила не давало майже ніякого ефекту для вирішення глобальнішої проблеми. Тобто, експерт пояснював свої рішення, лише в деякій мірі орієнтуючись на попередні логічні правила. Це позбавляло змісту велику частину вже проведеного машинного аналізу. З другого боку, виявилось таке важливе уточнення, що в кожному правилі його частини мали неоднакову важливість і по-різному впливали на кінцевий результат. Саме це дало поштовх до подальшого ускладнення системи подання та інтерпретації нечітких правил. Відповідно нечіткі правила умовно поділили на два типи, враховуючи різну інтерпретацію часткових результатів при логічному аналізі: а) безумовно нечіткі; б) умовно нечіткі.

Візьмемо правило, яке складається з двох підумов, що є незалежними одна від одної: якщо $X1 \equiv A1$ та $X2 \equiv A2$ $wg = k$ та $X3 \equiv A3$ $wg = k$ то $Y \equiv C$ $cf = k$ де $X1, X2, X3$ – вхідні величини (відповідно пластовий тиск, коефіцієнт нафтовіддачі, коефіцієнт обводнення); $A1, A2, A3$ – умови (наприклад, різні глибини залягання продуктивного горизонту); Y – результат (етап розробки родовища); cf – коефіцієнт невпевненості; wg – ваговий коефіцієнт підправила; k – функція належності від 0 до 1.

Якщо поряд з правилом не встановлено вагового коефіцієнта, то будемо вважати його рівним: $w_j = (1 - \sum w_i) / (K - n)$, де K – загальне число підправил; n – кількість підправил з відомими ваговими коефіцієнтами; w_i – коефіцієнти відповідних підправил.

Таким чином, використовуючи внутрішні засоби мови логічного програмування, виконано реалізацію обробки та інтерпретації подання правил у базі знань при розробці експертної системи PLAST, яка дала змогу вибирати раціональні технології обмеження припливу пластових вод у нафтогазовидобувну свердловину.

Наприклад, правило 1 для визначення необхідності проведення заходів з метою обмеження припливу пластових вод (ОППВ) у свердловину сформулюємо для бази знань у вигляді:

Якщо <виявлена вода в продукції> Або <виявлена залишкова нафтонасиченість > То <є потреба в проведенні заходів по ОППВ > .

Правило 2 по вибору напрямку водообмежувальних робіт може мати такий вигляд: *Якщо* <тип колектора тріщинувато-поровий> *І* <тип пластової води контурний> *То* <створення водообмежувальних бар'єрів> *Або* <створення водовідокремлюючих екранів>.

Відповідно сформульовано правила для вибору технологій за геологічними та технологічними факторами, на основі необхідного устаткування, матеріалів та на основі розрахунку економічного ефекту, що приводить до вибору з бази знань відповідної технології ООПВ.

Виконано аналіз інформаційних потоків, що описують процеси інтенсифікації видобування нафти і розроблено інформаційну систему NAFTA, за допомогою якої можна вибрати раціональну технологію інтенсифікації видобування нафти. Наприклад, при наявності асфальто-смоло-парафінових відкладів (АСПВ), високій в'язкості нафти, великій глибині залягання і товщині продуктивних пластів, експертна система NAFTA пропонує для інтенсифікації спосіб термо-кислотної обробки цих пластів з використанням певного реагенту.

Алгоритм вибору технології за допомогою інформаційної системи полягає в наступному. Спочатку визначається доцільність впровадження інтенсифікуючих дій, використовуючи відношення коефіцієнта продуктивності привибійної і віддаленої від свердловини зон пласта (чи інші відомі параметри). Потім визначається метод інтенсифікації (хімічне розчинення, фізичне розчинення, механічне, теплове діяння). При виборі технологічної групи застосування відповідного методу інтенсифікації видобування нафти зіставляють дані про пластову температуру, проникність, однорідність породи, глибину обробки, обводненість, товщину і глибину покладу, приймальність, наявність АСПВ і важкорозчинних компонентів, а також необхідних технічних і технологічних засобів. Принципи вибору методів інтенсифікації видобування нафти ґрунтуються на основі геологічних і технічних факторів.

У п'ятому розділі виконано аналіз деяких прийнятих технологічних рішень при розробці ряду виснажених Передкарпатських родовищ на основі теорії категорій.

Встановлено, що Гвіздецьке нафтове родовище можна розглядати і аналізувати з ієрархії підмножин, що відповідають його об'єктам. Для цього використано вид категорій (топосів), які уявляють собою моделі теоретико-множинних конструкцій для опису нафтогазової предметної області. А саме, нехай M_1 – множина інформаційних потоків, що описує фонтанний режим роботи свердловин виснаженого родовища. Таку множину будемо вважати підмножиною деякої множини M_2 , що описує газліфтний режим роботи свердловин. З одного боку, якщо множина M_1 є підмножиною множини M_2 , то маємо функцію включення $M_1 \supseteq M_2$. З другого боку, будь-яка мономорфна функція $f : M_1 \rightarrow M_2$ визначає підмножину множини M_2 . Тоді, на основі існуючого відношення між елементами двох множин можемо одержати образ відношення Im , який є основою побудови третьої множини M_3 . В даному випадку M_3 – множина інформаційних потоків, що описують режим роботи свердловин глибинно-насосного способу експлуатації, тобто $Im f = \{f(x) : x \in M_1\}$. Тому можна бачити, що f встановлює зв'язок між M_1 і

Im , а значить $M_3 \cong Im f$. Тоді можемо одержати діаграму встановлення множини свердловин штангово-насосного способу експлуатації(рис.13).

На діаграмі встановлення множини штангово-насосних свердловин в умовах Передкарпатського нафтогазоносного регіону показано: M_1 ($m_1 \in M_1$) – множина кількісних і якісних характеристик фонтанного способу видобування, M_2 ($m_2 \in M_2$) – множина кількісних і якісних характеристик газліфтного способу видобування, M_3 ($m_3 \in M_3$) – множина кількісних і якісних характеристик штангово-насосного режиму видобутку. Стрілка $M_1 \rightarrow M_2$ – вплив параметрів фонтанного способу видобування на параметри газліфтного способу (залишковий пластовий тиск), Стрілка $M_1 \rightarrow M_3$ це вплив параметрів фонтанного способу видобування на параметри штангово-насосного способу. Стрілка $M_2 \rightarrow M_3$ – вплив параметрів газліфтного способу видобування на параметри штангово-насосного способу (енергія розчиненого газу).

На основі діаграми, зображеної на рис. 13, ми можемо означити відношення включення між підоб'єктами об'єкта m_3 . Так, для заданих підоб'єктів $f_1: m_1 \mapsto m_3$ і $f_2: m_2 \mapsto m_3$, будемо вважати, $f_1 \subseteq f_2$ тоді і тільки тоді, коли існує стрілка $f_3: m_1 \mapsto m_2$: така, що наступна діаграма є комутативною, тобто $f = f_1 \circ f_2$. Стрілка f_2 буде монотонною, тобто буде підоб'єктом m_3 , а це відповідає висновку про те, що найбільш прийнятним для Гвіздецького родовища є якраз штангово-насосний спосіб експлуатації, а рішення авторів проекту розробки родовища в цьому аспекті є правильним. На рис 14 показано комутативну діаграму про обґрунтований вибір штангово-насосного способу експлуатації на основі кількісних і якісних характеристик фонтанного і газліфтного режиму роботи свердловин, а також на їх взаємовпливі, робимо висновок чи доцільно вибирати штангово-насосний спосіб видобування.

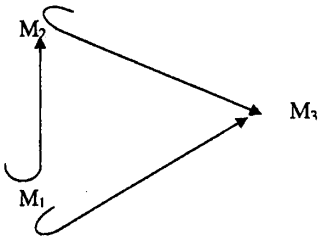


Рис. 13. Діаграма встановлення множини свердловин на Гвіздецькому родовищі

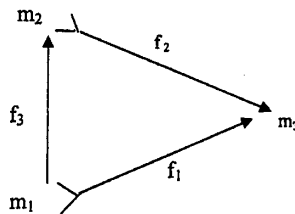


Рис. 14. Комутативна діаграма щодо вибору штангово-насосного способу експлуатації свердловин Гвіздецького родовища

Відомо, що форсований відбір рідини впливає на поклади, які розробляються і характеризується збільшенням депресії тиску на пласт. При цьому створюється перепад тиску між менш проникними і більш проникними пропластками, який викликає перетікання нафти з одних в інші. При обмеженій кількості свердловин і неоднорідності пластів Гвіздецьке родовище найбільше відповідає умовам форсованого відбору нафти з покладу.

Враховуючи уповільнення темпу падіння дебітів нафти свердловин, форсований відбір рекомендовано продовжити і надалі. При цьому необхідно проводити систематичний аналіз стану роботи кожної свердловини з метою уточнення індивідуальних режимів роботи.

Форсований відбір рідини в умовах низькопроникних неоднорідних колекторів на завершальній стадії розробки дав змогу скоротити терміни розробки родовища і збільшити кінцевий коефіцієнт вилучення на 2-3 %. На рис. 15 показано діаграму перебігу в часі стану розробки Гвіздецького родовища при застосуванні методу форсованого відбору.

В умовах Гвіздецького родовища a_1, a_3 – стан родовища на початок періоду, за який робиться аналіз, тобто множини даних по кожній окремо взятій свердловині (на якому етапі розробки вони знаходяться і їх характеристики). Стрілки f_1, f_2 – способи, за допомогою яких ми будемо здійснювати форсований режим відповідно по нижньоменілітовому і еоценовому покладах; стрілки prf_1, prf_2 – висновки, які зроблені за даними роботи свердловин, на основі яких ми робимо вибір способу проведення форсованого способу експлуатації; a_2, a_4 – стан родовища на кінець аналізованого періоду, тобто множини даних по кожній окремо взятій свердловині (їх кількісні і якісні характеристики і характеристики оцінки економічного ефекту від застосування форсованого режиму).

На рис.15 показано діаграму прийняття рішень щодо підтримання пластового тиску при зростанні обводненості продукції, де f_1 – функція застосування методу форсованого відбору рідини із нижньоменілітового покладу, f – видобуток нафти, prf_1, prf_2 – проєкційні компоненти.

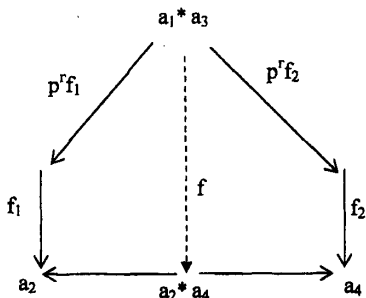


Рис. 15. Динаміка зміну стану розробки Гвіздецького родовища при застосуванні форсованого відбору

Ця діаграма підтверджує раціональність застосування форсованого відбору рідини з Гвіздецького родовища, так як, по-перше, на завершальній стадії розробки і в умовах низькопроникних колекторів форсований відбір рідини з точки зору теорії категорій слід визнати технологічно ефективним; по-друге, за наявності у фонді малодобітних штангово-насосних свердловин зменшувався коефіцієнт продуктивності по покладу. З такими енергетичними витратами розроблявся і

еоценовий поклад, у видобувному фонді якого одна малодобітна свердловина експлуатувалася штангово-насосним способом.

Розглянуто окремі технологічні рішення, які були прийняті при розробці інших нафтових родовищ Прикарпаття і проаналізовано їх з використанням теорії категорій. Для цього використано ознаки та зв'язки між нафтогазовими об'єктами:

Наприклад, при розробці менілітових покладів Долинського родовища було прийнято технологічне рішення, суть якого полягала в інтенсивному відборі нафти з пласту, що призвело до утворення вторинної газової шапки, постійного її росту, закриття свердловин у склепінній частині. Альтернативним технологічним рішенням могло б бути помірне відбирання нафти, тобто ефективне використання енергії газової шапки.

Для аналізу цього на основі теорії категорій, ознак та зв'язків, що використовуються для опису знань про нафтогазову предметну область, нами сформульовано, що для всіх множин одержаних характеристик нафтогазового об'єкту $X = \{ \text{комітатив} \text{ (один компонент, який позначає дію, що супроводжує інший компонент) гравітаційний поділ нафтової і газової фаз, квалитив1 (якісна характеристика) = динаміка пластового тиску, директив1 (один компонент позначає шлях, напрям іншого компонента) = міграція газу виділеного з нафти, локатив1 (характеристика місцезнаходження) = купольна частина структури покладу, квалитив2 = динаміка фазової проникності для газу, квалитив3 = динаміка газового фактора, репродуктив1 (один компонент, що є вихідним пунктом для відтворення чи перетворення іншого компонента) = динаміка дебіту нафти) } \rightarrow \text{результатив1 (один об'єкт, що є наслідком дії другого) = вторинна газова шапка, дименсив (характеристика розміру) = темпи росту газової шапки, директив2 = інтенсивність відбору нафти із продуктивного горизонту, фабрикатив (фізичний склад об'єкта) = структура покладу, локатив2 = менілітовий поклад Долинського родовища, сименсив = вторинна газова шапка, темпоратив1 (часова характеристика об'єкту) = 1958 р., каузатив(один компонент, що позначає причину виникнення другого компонента через певний проміжок часу) = високий газовий фактор, репродуктив2 = закриття свердловин у склепінній частині) } \rightarrow \text{результатив2 = розширення вторинної газової шапки, темпоратив2 = 1.01.64 р., закриття і переведення на періодичну експлуатацію свердловин, квалитив4 = високий газовий фактор, результатив3 = закриття експлуатаційних свердловин більше 20, від загального фонду – 26\%}. \}$ є векторні простори $W = \{ \text{утворення вторинної газової шапки, постійне її збільшення, закриття свердловин в склепінній частині} \}$.

У разі використання теорії категорій можна було прийняти рішення про помірне відбирання вуглеводнів і, а тоді як результат, ефективніше використовувалося б пластова енергія в процесі експлуатації на відміну від сьогоденішнього стану.

За допомогою теорії категорій показано, що масове закриття склепінних свердловин на Долинському родовищі призвело до стабілізації пластового тиску, а доцільно було прийняти рішення про менш інтенсивне розбурювання склепінної і присклепінної частини покладу і навпаки, на початковій стадії розробки інтенсивніше розбурювати приконтурну частину покладу і поступово переводити

склепінні і присклепінні свердловини на періодичну експлуатацію і додаткове використання приконтурного заводнення.

Встановлено, що при розробці Прикарпатських родовищ недоцільно було розбурювати і вводити в розробку усю частину покладу, у результаті чого неефективно використовувалась пластова енергія. Використовуючи теорію категорій, можна було б прийняти рішення про менш інтенсивне розбурювання частин покладу і, навпаки, інтенсивніше на початковій стадії розробки розбурювати приконтурну частину покладу.

У результаті аналізу розробки нафтового покладу продуктивного горизонту Бориславської глибинної складки, встановлено, що у процесі видобування нафти було прийнято технологічне рішення про використання рідкої сітки свердловин. А на основі теорії категорій можна було б прийняти рішення про використання при розробці родовища щільної сітки розміщення свердловин і рівномірне їх розміщення з врахуванням властивостей нафти та особливості будови покладу.

У шостому розділі дано економічну та екологічну оцінки ефективності застосування інформаційного моделювання для управління процесами розробки нафтогазових родовищ.

Сформульовано економіко-інформаційні проблеми використання інформаційних ресурсів у нафтогазовій галузі, що уможливує раціонально їх використовувати на кожному етапі життєвого циклу нафтогазового родовища. Запропоновано в процесі інформаційного моделювання нафтогазових об'єктів розглядати інформацію, як інформаційний ресурс, тобто продукт, який має свою споживчу вартість. Якраз такий продукт користувач готовий оплачувати, зіставляючи плату з тією вигодою, яку йому дає одержана інформація. Процес накопичення інформації в нафтогазовій галузі означає, зокрема, збільшення частки інформаційного виробництва при видобуванні нафти та газу, або інакше частки трудовитрат на інформаційні продукти, тобто те, що створює інформаційне виробництво як товар.

Якщо ефективність праці при впровадженні сучасних інформаційних технологій не буде збільшуватися швидшим темпами, ніж у всіх виробничих структурах, то необхідність справлятися зі зростанням об'єму інформації і її переробкою викличе різке збільшення обслуговуючого персоналу, що працює з інформацією. Цей ріст з причин природного характеру може здійснюватися лише до певної межі. Як тільки ця межа буде досягнута, ріст продуктивності праці призведе до обмеження по використанню інформації, тобто головною причиною, що буде стримувати розвиток виробничої структури, стане нездатність апарату управління справлятися з обробленою інформацією, яка необхідна для забезпечення її нормального функціонування і раціонального використання природних ресурсів.

Щодо екологічної оцінки відзначено, що при пошуку, розвідці чи розробці нафтових родовищ повністю уникнути забруднення екологічного середовища, так само як і уникнути всіх промислових аварій неможливо в наслідок об'єктивного стохастичного характеру подій і суб'єктивних причин. Однак, принципово можна і життєво необхідно звести забруднення екологічного середовища до мінімуму, не допустити великомасштабних катастроф, що викликають за собою виникнення

надзвичайних ситуацій в природній антропогенній екосистемі. В загальному випадку будь-яку антропогенну дію на природу пропонуємо подати у вигляді:

$$F = f(A, B, C),$$

де A – комплексний параметр, який враховує адаптаційну форму зворотної реакції навколишнього середовища на антропогенну дію, тобто враховує локальне зміщення рівноваги; B – комплексний параметр, який враховує відновлювальну або самовідновлювальну форму, характеризує повне повернення екосистеми “промисловий об’єкт – природа” в початковий стан стійкої рівноваги; C – комплексний параметр, який враховує частково відновлювальну або не самостійно відновлювальну форму, що характеризує незворотній зсув екосистеми від початкового стану.

Одним з перспективних напрямків у вирішенні проблеми, яка пов’язана з дослідженням екологічних систем, є об’єднання інформації про екооб’єкти, що накопичуються в базах даних і базах знань. Основою цього об’єднання служить концептуальна модель предметної області, котра побудована з урахуванням цілей кінцевих користувачів і дає змогу визначати структуру інформаційної моделі для вирішення прикладних задач екології. Специфіка нафтогазовидобувних об’єктів в екологічному аспекті характеризується такими особливостями: пожежною і вибуховою небезпекою; високим рівнем енергонапруженості об’єктів; різноманітністю природних ландшафтів, в яких ведеться будівництво і експлуатація нафтогазових об’єктів за географічними, геолого-мінералогічними, природньо-кліматичними та іншими факторами. Основними причинами забруднення є: конструктивна недосконалість технологічного обладнання і недостатня їх надійність; недосконалість технологічних процесів буріння і видобування вуглеводнів; відсутність ефективних методів очищення і утилізації відходів буріння; низький рівень екологічного моніторингу, що породжує недостатню і несвоєчасну інформацію про відповідні джерела забруднення оточуючого середовища.

Нами запропоновано нову концептуальну інформаційну модель забруднення екологічного середовища нафтогазовидобувним об’єктом (НГО), що показано на рис.16. Тут позначено: I_B, I_H, I_G, I_P – інформаційні потоки параметрів, що фіксують забруднення: водоймища, надр, ґрунту, атмосферного повітря; $I_{BP}, I_{PB}, I_{GP}, I_{PG}, I_{HP}, I_{PH}, I_{BP}, I_{PB}$ – інформаційні потоки параметрів, що фіксують вплив забруднення однієї з складових екологічного середовища на інше (наприклад, I_{BP} – вплив компонентів забруднення водоймищ на атмосферне повітря, а I_{PB} – вплив компонентів забруднення атмосферного повітря на воду тощо).

Аналіз взаємодії технологічних процесів нафтогазового будівництва з екологічним середовищем свідчить, що особливістю техногенної дії НГО на природне середовище є багатофакторний характер впливу. Цей аналіз показує наскільки нерівнозначні ці дії і наскільки різні види і розміри результуючої шкоди, що виникає у взаємодії різних складових техногенної дії у довкіллі.

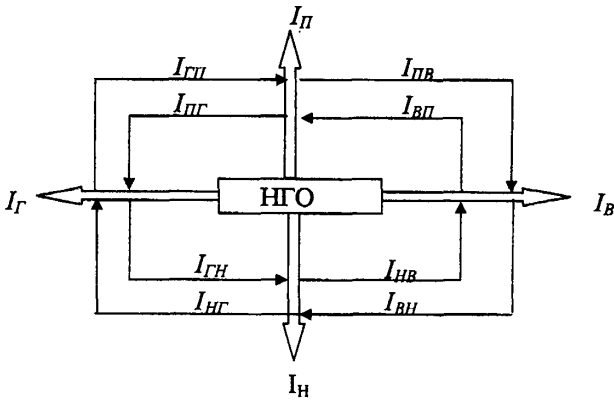


Рис. 16. Концептуальна інформаційна модель забруднення екологічного середовища нафтогазовим об'єктом

Успішне вирішення проблеми охорони навколишнього середовища при будівництві об'єктів нафтогазової промисловості значно залежить від організації управління природоохоронною діяльністю на базі інформації, яка дає можливість не допустити або максимально обмежити шкідливі дії зі сторони об'єктів нафтогазового комплексу, а також раціонально використати природні ресурси в районах будівництва нафтогазовидобувних об'єктів.

Використання інформаційного моделювання на основі нових інформаційних технологій дає можливість прогнозувати необхідність виконання тих чи інших видів робіт на основі економіко-екологічної доцільності.

ВИСНОВКИ

У дисертації науково обґрунтовано методологію застосування нових інформаційних технологій для підтримки прийняття рішень фахівцями нафтогазової галузі при проектуванні управління процесами пошуку, розвідки та розробки нафтових родовищ. На підставі виконаних досліджень отримано наступні основні результати.

1. На основі аналізу стану проблеми встановлено, що для прийняття рішень на всіх етапах освоєння нафтових родовищ використовують наближені математичні моделі, які вимагають уточнення з урахуванням досвіду та знань фахівців нафтогазової галузі. Виявлено, що процеси, які характеризують життєвий цикл нафтового родовища, є слабо структурованими з неповною та нечіткою інформацією, яка змінюється в часі і вимагає постійного оновлення знань фахівців нафтогазової галузі з використанням сучасних інформаційних технологій.

2. Вперше створено теоретичні засади системного аналізу інформаційних потоків з використанням баз знань, що описують етапи пошуку, розвідки, розробки нафтових родовищ і консервації та ліквідації свердловин, які включають

інформаційні моделі на основі теорії категорій. Обґрунтовано необхідність створення і розроблено новий метод інформаційного опису нафтогазових об'єктів, що базується на теорії категорій, теорії нечітких множин та нечіткої логіки, які дають можливість інтенсифікувати інтелектуальну діяльність фахівців нафтогазової предметної області.

3. Вперше на основі теорії категорій запропоновано враховувати кількісні і якісні інформаційні потоки для опису слабо структурованих нафтогазових об'єктів і на їх основі раціонально використовувати існуючі технології розробки нафтових родовищ. Розроблено інформаційні технології підтримки прийняття рішень при управлінні процесами пошуку, розвідки та розробки нафтових родовищ.

4. Розроблено інформаційну модель оцінки ознак та зв'язків показників нафтогазоносності та пошукового буріння на основі теорії категорій, що дало змогу запропонувати методика вибору пріоритетних точок закладання пошукових свердловин. Виконано аналіз деяких прийнятих технологічних рішень при розробці ряду нафтових родовищ Передкарпаття, що уможливило встановити неправильність прийнятих раніше рішень, які полягають в інтенсивному відборі вуглеводнів з пластів, неврахуванні колекторських властивостей покладів. Встановлено також, що при розробці цих родовищ не враховано енергію розчинного газу, реологічні властивості нафти та особливість будови покладів, а це призвело до нераціонального використання пластової енергії.

5. Розроблено на основі теорії категорій науково-методичні основи прийняття рішень при управлінні процесами розробки нафтових родовищ, котрі перевірені результатами аналізу експлуатації Гвіздецького родовища, що дало змогу підтвердити обґрунтованість вибору способу його експлуатації, підвищення ефективності розробки цього родовища з застосування форсованого відбору рідини на завершальній стадії.

6. Створено інформаційні технології у вигляді автоматизованого робочого місця геолога, експертних систем POKLAD, COLECTOR, PLAST та NAFTA, які дають можливість систематизувати геологічну інформацію по родовищах нафти і газу, прогнозувати наявність нафтогазових покладів і продуктивних колекторів, вибирати ефективні технології для обмеження припливу пластових вод у свердловину та інтенсифікації видобутку нафти.

7. Обґрунтовано доцільність економічної та екологічної оцінок ефективності застосування інформаційного моделювання нафтогазових об'єктів, що дало змогу використовувати знання фахівців нафтогазової галузі для врахування багатофакторного техногенного впливу нафтогазового комплексу на довкілля.

ОСНОВНІ ПУБЛІКАЦІЇ ПО РОБОТІ

- 1.Юрчишин В.М. Інформаційне моделювання нафтогазовидобувних об'єктів //Нафтова і газова промисловість. -1996.- № 4 .- С. 18-19.
- 2.Юрчишин В.М., Шекета В.І. Класифікація ознак та зв'язків при формуванні баз знань нафтогазовидобувного об'єкта //Нафтова і газова промисловість. - 2001.- № 3.- С. 53-54.

3.Юрчишин В.М. Економіко-екологічні аспекти інформаційного моделювання нафтогазових об'єктів //Нафтова і газова промисловість. -2001.- № 4.- С .54-56.

4.Юрчишин В.М. Економіко-інформаційні проблеми комп'ютеризації нафтогазо-видобувного підприємства// Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ. - 1994.- № 31.- С.71-74.

5.Юрчишин В.М. Методологічні аспекти виділення нафтогазовидобувного об'єкта в умовах інформаційної невизначеності // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ. - 1996.- № 33.- С.47-52.

6.Юрчишин В.М., Шекета В.І., Формування баз знань для прогнозування нафтогазових колекторів //Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ –1996.-№ 33.-С.52-55.

7.Юрчишин В.М. Особливості формування баз даних свердловин по родовищах нафти і газу //Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ – 1997.- № 34.- С.110-114.

8.Юрчишин В.М., Кропельницький Ю.П. Методика формування логічних правил на різних рівнях активності правил в базах знань //Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ. – 1997.- № 34.- С. 89-95.

9.Юрчишин В.М. Методологічні аспекти інформаційного моделювання нафтогазоносних покладів // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ. – 1998.-№ 35.- С.10-14.

10.Юрчишин В.М. Інформаційна характеристика нафтогазовидобувних об'єктів // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ. – 1999.- № 36.- С.28-39.

11.Юрчишин В.М. Системологічний підхід до підтримки прийняття рішення при інформаційному опису нафтогазового родовища // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ. – 2000.- №37.- С.75- 83.

12.Мотрук В.М., Яковин С.В., Процюк В.Р., Юрчишин В.М. Використання модульного підходу до опису нафтогазових об'єктів // Розвідка і розробка нафтогазових родовищ. - Івано-Франківськ. – 2000.- № 37.- С.212-218.

13.Юрчишин В.М. Прийняття рішення при управлінні життєвим циклом нафтогазового родовища // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ. – 2001.- № 37.- С.14-27.

14.Юрчишин В.М. Використання теорії категорій для діагностики свердловин при їх консервації та ліквідації //Науковий Вісник Івано-Франківського національного технічного університету. - 2003.- № 1.- С.121-124.

15.Юрчишин В.М. Використання теорії категорій для опису моделі автоматизованої системи управління життєвим циклом нафтогазового родовища// Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ. - 2003.-№ 2.- С.88-92.

16 Юрчишин В.М. Оцінка якості інформації при опису нафтогазовидобувної предметної області // Методи та прилади контролю якості.-Івано-Франківськ, ІФНТУНГ.-2000.- № 5.- С.39-42.

- 17.Сеничак В.М., Шекета В.І., Юрчишин В.М. Використання математичних моделей об'єктів для прогнозування нафтогазоносності // Методи та прилади контролю якості.-Івано-Франківськ, ІФНТУНГ.- 2000.- № 6.- С.90-91.
- 18.Юрчишин В.М. Застосування теорії графів для прийняття рішення при управлінні нафтогазовим об'єктом// Методи та прилади контролю якості.-Івано-Франківськ, ІФНТУНГ.-2001.-№ 7.-С.79-81.
- 19.Юрчишин В.Н. Проблеми вибору технології розробки нафтогазових родовищ з використанням експертних систем //Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.-Хмельницький.-1999.-№2.- С.23-25.
- 20.Юрчишин В.М., Крпельницький Ю.П.,Яковин С.В.Особливості формування баз знань при виборі технології обмеження припливу пластових вод в нафтогазову свердловину //Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький.- 1999.-№3.- С.163-165.
- 21.Юрчишин В.М., Яковин С.В. Встановлення інформаційних потоків для вибору технології обмеження припливу пластових вод в нафтогазову свердловину //Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.- 1999.- № 4.- С. 14-17.
- 22.Юрчишин В.М. Використання експертних систем як засобів підтримки прийняття рішення при управлінні нафтогазовими об'єктами //Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. –Хмельницький.-2001.-№31.- С.19-22.
23. Юрчишин В.М.Вплив інформаційного ресурсу на видобуток нафти і газу// Нетрадиційні енергоресурси та екологія України: Зб. наук. пр. -К.: Манускрипт, 1996.- С.82-83.
- 24.Юрчишин В.М. Опис інформаційного середовища при моделюванні нафтогазовидобувних об'єктів //Радиоелектроника и информатика.- Харьков.- 2000.-№10.- С149-152.
- 25.Крпельницький Ю.П., Юрчишин В.М. Уточнення коефіцієнта впевненості при формуванні нечітких правил в базі знань //Вестник Харьковського державного політехнічного університета. - Харьков.-2000.-№80.- С.40-41.
- 26.Юрчишин В.М. Застосування теорії нечітких множин для інформаційного опису нафтогазових об'єктів // Радиоелектроника и информатика. – Харьков . - 2000.-№ 4.- С.145- 148.
- 27.Юрчишин В.М. Опис інформаційної моделі для прийняття рішення при прогнозуванні нафтогазових покладів //Автоматизированные системы управления и приборы автоматики . – Харьков .– 2000 .– № 111.- С.92-97.
28. Юрчишин В.М. Особливості використання ентропії для аналізу інформаційного середовища при опису нафтогазової предметної області//Вісник Черкаського політехнічного інституту. –Черкаси.- 2000.- № 3 .- С.138-141.
- 29.Юрчишин В.М. Використання баз знань для аналізу життєвого циклу нафтогазового родовища//Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології. - Львів. – 2000. - № 413.- С.43-46.

30.Юрчишин В.М. Класифікація нафтогазовидобувних об'єктів як джерел інформації// Вестник Херсонского государственного технического университета. – Херсон. -2000.- № 1.– С.287-291.

31.Юрчишин В.М., Шекета В.І. Методика формування логічного висновку в експертних системах в умовах невизначеності// Вестник Херсонского государственного технического университета.– Херсон.-1999.- № 5. - С.64-65.

32.Мотрук В.М., Юрчишин В.М. Особливості формування механізму логічного висновку при виборі методики інтенсифікації видобутку нафти //Вісник Житомирського інженерно-технологічного інституту . Спеціальний випуск за матеріалами Міжнародної науково-технічної конференції “Інформаційно-комп'ютерні технології 2002”. – Житомир .– 2002.- С.98-100.

33.Юрчишин В.Н. О возможности использования теории категорий для управления жизненным циклом нефтегазового месторождения //Грубопроводные системы энергетики: Управление развитием и функционированием. –Новосибирск : Наука, Сибирское отделение РАН.-2004.- С.200-210.

АНОТАЦІЯ

Юрчишин В.М. Наукові основи застосування інформаційних технологій при управлінні процесами розробки нафтогазових родовищ – Рукопис.

Дисертація на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.06 – Розробка нафтових та газових родовищ. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2006

Дисертація присвячена розробці наукових основ застосування інформаційних технологій при управлінні процесами розробки нафтогазових родовищ з використанням баз даних та баз знань.

Встановлено, що процеси пошуку, розвідки, розробки та експлуатації нафтогазових родовищ є слабо структурованими з неповною і нечіткою інформацією, яка вимагає постійного оновлення на основі знань фахівців нафтогазової галузі.

Вперше на основі теорії категорій запропоновано формувати бази знань для інформаційних систем, які дають можливість приймати раціональні технологічні рішення при управлінні процесами розробки нафтогазових родовищ.

Розроблено експертні системи з прогнозування нафтогазових покладів, колекторів вуглеводнів, вибору технологій обмеження припливу пластових вод у свердловину та вибору раціональної технології для інтенсифікації видобутку нафти.

Захищається 33 наукові роботи.

Ключові слова: нафта, газ, розробка родовища, колектор, життєвий цикл родовища, база знань, експертна система, теорія категорій, морфізм.

АННОТАЦИЯ

Юрчишин В.Н. Научные основы применения информационных технологий при управлении процессами разработки нефтегазовых месторождений – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.15.06 – Разработка нефтяных и газовых месторождений. – Иванов-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Иванов-Франковск, 2006

Диссертация посвящена разработке научных основ использования информационных технологий при управлении процессами разработки нефтегазовых месторождений с использованием баз данных и баз знаний. В диссертации решена научно-техническая проблема разработки новых информационных технологий для поддержки принятия решений специалистами нефтегазовой отрасли при проектировании рациональных технологических процессов и управлении жизненным циклом нефтегазового месторождения.

Установлено на основании анализа состояния проблемы отсутствие общепринятой информационной технологии поддержки принятия решений при управлении жизненным циклом нефтегазового месторождения. На этапах процессов поиска, разведки, разработки и эксплуатации месторождений используют приближенные математические модели и опыт ведущих специалистов нефтегазовой отрасли. Однако, эти процессы слабо структурированные с неполной и нечеткой информацией, которая изменяется во времени, и требуют постоянного обновления знаний специалистов нефтегазовой отрасли.

Обоснована перспективность создания нового метода информационного описания нефтегазовых объектов, который базируется на основании теории категорий и дает возможность интенсифицировать интеллектуальную деятельность специалистов нефтегазовой предметной области.

Разработана технология поддержки принятия решений при управлении процессами поиска, разведки и разработки нефтегазовых месторождений, которая реализована в виде компьютерных программ, апробированных на промышленных материалах месторождений Прикарпатья, Днепровско-Донецкой впадины и принятых в промышленную эксплуатацию в виде экспертных систем по прогнозированию нефтегазовых залежей, коллекторов углеводородов, выбора технологий ограничения прилива пластовых вод в скважину и выбора рациональной технологии интенсификации добычи нефти.

Впервые на основе теории категорий выполнен анализ принятых технологических решений при разработке нефтяных месторождений Прикарпатья, который дал возможность, установить неверность принятых ранее решений, заключающихся в интенсивном отборе углеводородов из пластов, непрерывной эксплуатацией сводных скважин, гравитационным дренированием без учета угла наклона производительного горизонта и коллекторских свойств залежей, не учете энергии растворимого газа, вязкости нефти и особенности строения залежей, что привело к нерациональному использованию пластовой энергии.

Обосновано применение экономико-экологической оценки эффективности применения информационного моделирования нефтегазовых объектов, дало возможность использовать знание специалистов нефтегазовой отрасли для учета многофакторного характера влияния техногенного действия нефтегазового комплекса на окружающую среду.

Защищаются 33 научные работы.

Ключевые слова: нефть, газ, разработка месторождения, коллектор, жизненный цикл месторождения, база знаний, экспертная система, теория категорий, морфизм, .

ABSTRACT

Yurchyshyn V.M. Scientific foundations of information technologies application by processes of controlling oil and gas deposits exploitation. – Manuscript.

The dissertation for Doctor of Science degree in technical applications. Specialty 05.15.06 – Oil and Gas Deposits Development: Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, 2006.

The dissertation deals with the theoretical foundations development of information technologies application at processes of controlling oil and gas deposits development using databases and knowledgebases.

The processes of searching, prospecting, developing and operating oil and gas fields proved to be poorly structured having no full and clear information that demands constant improvement on the bases of oil and gas specialists experience.

For the first time it has been offered to form knowledgebases for information systems that enables to make rational technological solutions at controlling processes of oil and gas deposits development, on the base of the theory of categories.

Expert systems for forecasting oil and gas fields, collectors of hydrocarbons, selection of technologies that help to limit the acces of underground waters to the wells and selection of rational technology for oil recovery intensification have been developed.

33 scientific papers are presented.

Key words:: database, expert system, exploitation of deposit, exploitation control, gas, information technologies , knowledge base, life cycle of deposit, morphisms, oil, reservoir, theory of categories.

НТБ
ІФНТУНГ



an1339