

© В.Є. Гончаров, А.В. Пупов, 2008

УДК 551:(001.891:004)

*Український державний геологорозвідувальний інститут,  
Чернігівське відділення, м. Чернігів*

## **ГЕОЛОГІЧНА НАУКОВА МУЛЬТИАНІМАЦІЯ. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА МУЛЬТИАНІМАЦІЙНОГО ЗОБРАЖЕННЯ ГЕОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ**

Сучасний розвиток і використання в геологічних дослідженнях інформаційних методів і систем у поєднанні зі значним обсягом накопиченої геолого-геофізичної інформації в різноманітних базах даних начебто має сприяти інтенсивній розробці нових принципів прийняття рішень, які б допомагали у вирішенні різноманітних проблем геології. Разом з тим інформаційні технології в геології ще не стали технологіями “прориву”, тому що не забезпечують передусім головного – масового виконання зображень геологічних об'єктів, подібних зображенням геооб'єктів у географічних інформаційних системах. Більше того, існуючі моделі геологічних об'єктів уже не відображають тих реалій, які б, здавалося, за усіма ознаками і науковими прогнозами мали б виявлятися моделюванням і суттєво впливати на розробку нових напрямів проведення геологорозвідувальних робіт (ГРР). Сучасне моделювання об'єктів у геології швидше спрямовано на фіксацію та ілюстрацію певного факту (етапу) проведення робіт, за результатами якого і виконують побудови, в кращому випадку аналогічні побудовам, які виконували класики вітчизняної геології [1, с. 617–624].

Для виходу з такої ситуації пропонувалось використання здобутків геоінформаційного картографування об'єктів у прогнозних дослідженнях на нафту і газ [2]. Безсумнівно, що подальший розвиток геології пов'язуватиметься з побудовою і вдосконаленням геологічних зображень і з використанням здобутків іконіки – науки, яка “изучает и математически формализует законы зрительного восприятия, разрабатывает критерии оценки искажений и качества изображений, полученных при различных внешних условиях и прошедших ту или иную обработку и коррекцию” [3, с. 38]. Проте таке визначення не дуже допомагає розробці конкретних кроків, спрямованих на розв'язання зазначених вище проблем. Простий перелік видів зображень – від фотографічних до кінематографічних, які використовують у картографії (понад 12), дає змогу зрозуміти, що в нафтогазовій геології придатна для використання лише незначна їх частина. І справа не лише у тому, що фото-, теле-, стерео- та іншу інформацію про захоронені геологічні

об'єкти практично неможливо отримати. Основні труднощі пов'язані з відсутністю інформації, достатньої для однозначного виділення геологічних об'єктів й побудови їх зображень за правилами, розробленими в картографії. Тому й при впровадженні іконіки в геологію слід розуміти, що вивчення загальних властивостей зображень, визначення мети і задач їх перетворення, обробки і відтворення мають бути пристосованими до зображень, які або вже існують, або мають існувати в масовому порядку [3]. Та й саме поняття геозображення, як “любая пространственно-временная, масштабная, генерализованная модель земных (планетных) объектов или процессов, представленная в графической образной форме” [3, с. 5], також не зовсім характеризує геологічні моделі і потребує свого пристосування.

Нагадаємо, що сучасні нафтогазова геологія й інформатика, особливо на етапах пошуку і розвідки нафти і газу, для побудови зображень геологічних об'єктів, практично на всіх етапах і стадіях проведення ГРР використовують інформацію, отриману за результатами проведення геофізичних робіт. Інших, достатньо технологічно відпрацьованих методів масового зображення геологічних об'єктів нині не існує. Це вказує не лише на існування монопольної ситуації на ринку підготовки об'єктів до глибокого буріння, що не дуже важливо за умови їх високої якості, а й на те, що практично не розвиваються альтернативні методи, які здатні це робити на рівні геофізичних. Попередніми дослідженнями доведено, що геофізичні побудови вже не завжди забезпечують потрібну якість зображень геологічних об'єктів, особливо за тенденції постійного зменшення їх розмірів. Ураховуючи те, що геологічними методами практично неможливо виділяти, зображувати і готувати геологічні об'єкти до глибокого буріння в масовому порядку, й було запропоновано започаткувати геологічний напрям розвитку інформаційних технологій, в основу якого покладено представлення і зображення геологічних об'єктів за допомогою “візуальних фреймів” [4]. Структура й принципи виконання запропонованих зображень дають змогу наголосити, що на цей час уже розроблено геолого-інформаційну технологію масового зображення геологічних об'єктів та явищ за допомогою ЄОМ на основі використання елементів сучасних інформаційних систем. Залишились питання її впровадження і технологічного використання в практиці проведення різноманітних досліджень і ГРР.

Досвід картографії свідчить, що “максимально наглядное и возможно более точное отображение объекта или процесса, конечно же, способствует наилучшему пониманию его морфологии и генезиса, а следовательно, значительно повышает эвристический потенциал исследования” [5, с.12]. За досягнутими рівнями комп'ютеризованого зображення об'єктів у геології і картографії очевидно, що геологія порівняно з картографією продовжує за-

лишатися практично нерозвиненою – описовою наукою. Досягнення п'ятого етапу комп'ютеризації картографії дає можливість створювати продукти, які суттєво відрізняються від звичних карт та атласів і, фактично, знаменують перехід до етапу віртуального моделювання та картографування. Геологія порівняно з комп'ютеризованою картографією лише підходить до третього етапу – інтеграції досвіду, на якому тільки починали розуміти, що “прогресс не исчерпывается одной технологией. Необходимо максимально использовать достижения традиционного картосоставления, включая методы географической локализации, правила генерализации, приемы взаимного согласования информационных слоев – одним словом, весь опыт проектирования и составления карт, накопленный вековым развитием картографии. Парадокс состоит в том, что быстрый прогресс технологий и кажущаяся их доступность без основательной опоры на содержательные географо-картографические представления не улучшают, а даже ухудшают дело. Порой кажется, что карты создают некие акселераты, вооруженные мощными техническими средствами, но не обладающие развитым интеллектом и необходимыми знаниями” [5, с.5].

Разом з тим не дуже весела перспектива плестися позаду більш розвинутої науки. Більше приваблює мета – здійснити швидкий перехід на п'ятий рівень комп'ютеризації геології на основі і з використанням досвіду комп'ютеризованої картографії. Для цього є все необхідне. Єдина основа зображень об'єктів картографії і геології – карта та методи працювання з нею, мета – побудова за допомогою ЕОМ віртуального зображення, як особливої просторово-часової моделі “реальных или абстрактных объектов и ситуаций, формируемая и существующая в программно-управляемой среде и создающая возможность для интерактивного взаимодействия с наблюдателем” [5, с. 12]. Зрозуміло, що миттєвого виконання таких зображень у геології очікувати неможливо, оскільки не існує ні розроблених принципів їх виконання, ні відповідних математичних засобів, ні масових зображень об'єктів.

Проте можна розробити стратегію поступового досягнення поставленої мети. Слід лише постійно пам'ятати, враховуючи досвід комп'ютеризації картографії, що “при новых компьютерных технологиях картографирования ничего не изменилось, хотя изменилось все... Это еще раз подтверждает мысль о том, что в наступившем третьем тысячелетии перспективы картографической науки и производства будут определяться не только грядущими техническими новациями, но и тем, насколько полно будет освоен и востребован опыт традиционной картографии” [5, с.16].

Процес моделювання, який пропонується сучасною комп'ютеризованою картографією, показує його чітке спрямування на створення цифрової

моделі рельєфу і виконання певних операцій з цією моделлю за допомогою різноманітних програмних продуктів і модулів, з яких вони складаються [5, с.17]. Сучасні розвинені програмні засоби “геоинформационного картографирования позволяют визуализировать виртуальное изображение, применяя прежде всего эффекты трехмерности и анимации. Именно они создают иллюзию присутствия в реальном пространстве и интерактивного взаимодействия с ним” [5, с.11]. Без усякого сумніву, це ще раз підкреслює можливість сучасних засобів виконувати практично все, але тільки за умови наявності цифрової моделі рельєфу. На вирішення комплексу таких різноманітних завдань якраз і спрямовані відомі технології “Virtual Frontier”, “Mapinfo”, “ArcView” та ін. Проте програмних продуктів, які б дали змогу працювати і зображувати геологічні об’єкти на подібному рівні, поки що не існує, тому що не існують і не відпрацьовані принципи масового зображення геологічних об’єктів у цифровому вигляді. Тому, очевидно, геологія ще не увійшла у перелік сфер, в яких віртуальні моделі і, відповідно, інформаційні технології отримали широке розповсюдження [5, с.13].

Досвід комп’ютеризованої картографії і сучасної геології доводить, що зображення об’єктів у цих науках суттєво різняться. Визначально, на перших етапах проведення ГРР геологічний об’єкт не може мати цифрової характеристики, оскільки наявність його тільки прогнозується. Тому процес побудови такого зображення носить науковий і прогнозний характер і більше відтворює процес пізнання геологом природного середовища (об’єкта) з використанням різноманітних прямих і непрямих ознак, які здебільшого неможливо подати у цифровому вигляді. І лише на останніх етапах вивчення можна отримати таку кількість необхідної геологічної інформації, яка дає змогу побудувати його реальне зображення. Якраз цей період геологічного вивчення природного середовища не реалізовано в комп’ютеризованій картографії, що й стримує її впровадження в геологію.

Разом з тим комп’ютеризована картографія широко використовує мультиплікацію і анімацію для зображення своїх об’єктів. У цих засобах уже реалізовано більшість тих підходів, які потрібні і можуть бути використані для зображення геологічних об’єктів. Мова йде про те, що в мультиплікації та анімації вже реалізовано зображення систем, відтворення і перетворення зображень, кодування, декодування та виконання інших побудов [5]. Більше того, мультиплікація і анімація, в тому числі так звана класична целулоїдна технологія Діснея, використовують планування для створення фільмів. Простий перелік п’яти перших умов: “выдвижение “плодотворной” идеи, замысла будущего фильма; сбор материала, погружение в “атмосферу” будущего фильма, создание вдохновляющих набросков, предварительных линий сюжета, выработка версии сценария, формирование сю-

жетной доски; перевод литературного сценария в режиссерский, разбивка на сцены, разработка изобразительной стилистики; раскадровка, эскиз фильма; визуализация персонажей” [6], нагадують планування і виконання наукової роботи, що доводить необхідність проведення наукової оцінки можливостей використання сучасної мультиплікації та анімації під час проведення геологічних досліджень.

Зрозуміло, що виконання таких зображень – це підсумок багаторічної наполегливої праці не одного покоління, але, на жаль, на цей час вони також не можуть бути повністю реалізовані для зображення геологічних об’єктів. Разом з тим це реальне втілення злету людської думки, до якого слід постійно й наполегливо прямувати.

З погляду процесу пізнання людиною навколишнього середовища одразу привертає увагу те, що мультиплікація і анімація не лише дають змогу адекватно сприймати навіть не існуючі сьогодні об’єкти, а й відтворювати та розуміти суть представлених дій і явищ. Цим пояснюється виключно широке її використання для формування знань і світогляду людей (особливо дітей). Нині мультиплікація та анімація досягли такого розвитку, що практично мають можливість поєднувати зображення телевізійних і мультиплікаційних об’єктів. Давно створені і плідно працюють школи мультиплікації та анімації, в яких достатньо детально розроблено правила їх виконання. Наука, в тому числі геологія, уперто не звертає увагу на існування такої величезної сфери діяльності людини і практично не робить спроб використати можливості графічної, об’ємної чи комп’ютерної мультиплікації для зображення і вивчення своїх об’єктів. Можна вважати, що наука продовжує розглядати мультиплікацію та анімацію як засоби розважальної індустрії, тобто з позиції завдань, на які вона була попередньо спрямована і де отримала найбільший розвиток. Людство практично забуло, що принцип “мультипликации был найден задолго до изобретения братьями Люмьер кинематографа. Бельгийский физик Жозеф Плато, австрийский профессор-геометр С. фон Штампфер и другие ученые и изобретатели использовали для воспроизведения на экране движущихся изображений вращающийся диск или ленту с рисунками, систему зеркал и источник света – фонарь” [7].

Наведені вище досить зрозумілі вихідні положення в цілому підтверджують можливість розробки наукових принципів використання мультиплікаційно-анімаційних побудов для зображення і вивчення геологічних об’єктів та явищ. Тому досить доречною буде оцінка сучасних можливостей використання мультиплікації та анімації в наукових дослідженнях, а розпочати таку оцінку потрібно з оприлюднення існуючих понять, які показують, що “*мультипликация* (от лат. *multiplicatio* – умножение), *анимация* (англ. *animation* – одушевление) – вид киноискусства, произведения которого со-

здаються путем покадрової съёмки отдельных рисунков (в том числе составных) – для рисованных фильмов, или покадрової съёмки отдельных театральных сцен – для кукольных фильмов” [7]. Крім того, термін “анімувати” дослівно означає “пожвавити” зображення і останнім часом значно частіше використовується за термін “мультиплікація”. Це дає змогу зрозуміти, що сучасна геологія при використанні мультиплікаційно-анімаційних побудов має уважно оцінити їх можливості, які склалися в період їх становлення та розвитку. Виходячи з цього й пропонується назва “геологічна мульти-анімація”. На наш погляд, вона має складатися з фрагментів обох назв і відтворювати можливість використання усього переліку методів виконання мультиплікаційних й анімаційних зображень об’єктів та різко відрізнитись у назві від інших видів мультиплікаційно-анімаційних зображень.

Основні вимоги виконання наукової геологічної мультианімації розроблено з урахуванням того, що вона повинна, на наш погляд, мати як суттєві відмінності від звичайної і картографічної мультианімації і використовувати для зображення об’єктів уже виявлені властивості людського ока зберігати на сітчастій оболонці слід побаченого та можливості поєднання швидкозмінних зображень в єдиний зоровий ряд, що дає змогу створювати ілюзію безперервного руху. Безумовно, її дуже важливими властивостями є покадрове зображення об’єктів, їх вихід на об’ємне зображення, можливість відображення внутрішніх і зовнішніх змін, руху в просторі і часі та інтерактивна робота з об’єктами.

В чому ж полягатимуть відмінності між науковою і звичайною мультианімацією?

З попереднього зрозуміло, що планування мультианімаційного фільму і наукового дослідження дуже близький процес. Тому в питаннях планування і виконання наукових мультианімаційних зображень суттєвих відмінностей не очікується. Також зрозуміло, що не буде протиріч і у використанні принципів та засобів мультианімаційного зображення, розроблених в мультиплікації та анімації, які планується застосовувати для зображення і вивчення об’єктів досліджень геології – менш розвинутої у цьому аспекті науки. Лише спершу відчуватиметься деяка обмеженість та умовність у використанні засобів мультианімації, яка з підвищенням рівня їх застосування поступово зменшуватиметься.

На нашу думку, найбільші відмінності наукової і звичайної мультианімації стосуватимуться питань використання і зображення будь-якої, в тому числі наукової, інформації. Природно, що така суб’єктивна думка потребує додаткового висвітлення.

Розгляд принципів побудов звичайних і геологічних мультианімаційних об’єктів одразу показує, що перші – створені уявою колективу мульти-

плікаторів, не мають строго визначених характеристик. Тому основна відмінність наукової мультианімації від звичайної полягатиме в тому, що наукове зображень об'єктів здійснюватиметься на основі зібраної наукової інформації, а не за фантазією виконавців. Наукова інформація про об'єкти дослідження чи їх частини має забезпечувати зображення характерних рис, розмірів, обмежень, внутрішньої і зовнішньої характеристик, конкретного місцеположення в просторі та інші складових, які сприяють їх однозначному виділенню. Сам процес мультиплікації (візуалізації) повинен змушувати дослідників зображати об'єкти за правилами, які сприяють їх однозначному виділенню на основі зібраної і певним чином представленої інформації. Це й обумовлює суттєві розбіжності та, відповідно, визначає сучасний рівень використання мультианімаційних засобів для зображення геологічних об'єктів.

Ще одна відмінність, яку обов'язково слід врахувати, стосується зображення мультианімаційних персонажів (об'єктів) їх конструюванням з простих форм. Для звичайної мультианімації створення таких форм не потребує дотримання конкретних правил. У науковій анімації навпаки – виявлені характеристики природних об'єктів мають бути незмінною основою проведення процесу їх зображення і виділення з оточуючого середовища. Виділення і зображення однаково вивчених характеристик геологічних об'єктів за допомогою візуальних фреймів якраз і дають змогу перейти до їх геологічного мультианімаційного зображення. І взагалі, якби не було розроблено і запропоновано до використання цей принцип зображення геологічних об'єктів, питання застосування мультианімаційних зображень для виділення геологічних об'єктів взагалі б не порушувалось. Чим, як не розробкою принципів мультиплікаційного зображення об'єкта в комп'ютері, було відстеження М. Мінським образа куба та вивчення принципів бачення кімнати [8]? Зрозуміло, що побудова таких зображень не досить захоплює дослідників, оскільки для сучасної геології дуже важливою є проблема подання різноманітних тіл і об'єктів неправильної форми, принципи зображення яких раніше навіть не розглядали. Тому й необхідно було спершу розробити принципи зображення геологічних об'єктів за допомогою візуальних фреймів, а потім уже пропонувати використання можливостей мультианімаційних зображень для вирішення проблеми їх масового зображення.

**Практична реалізація наукового мультианімаційного зображення.** Зрозуміло, що відсутність відповідного досвіду не дає змоги спланувати здійснення зображень на високому рівні за правилами їх виконання мультиплікації і анімації. Проте перший сценарій наукового геологічного мультианімаційного фільму, присвяченого принципам виділення нафтогазоперспективних об'єктів, пропонується приблизно таким.

1. Ідея та задум наукового мультианімаційного фільму допомагають процесу виділення і зображення геологічних об'єктів за допомогою візуальних фреймів.
2. Зобразити межу візуального фрейму вивченої частини візейських карбонатних відкладів на структурній геолого-геофізичній карті покрівлі карбонатних відкладів Талалаївського виступу осадового чохла північно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) (І.М.Єрко, В.М.Хтема, 1998 р.).
3. Представити повне зображення візуального фрейму (площинної і вертикальної складової) карбонатних відкладів.
4. Виконати розподілення фрейму на блоки і їх переміщення.
5. Виділити об'єми нафтогазонасичених порід у межах перспективної ділянки.

Зрозуміло, що при цьому будуть використані деякі елементи мультианімації, які відобразять плавність і послідовність виконання зображень.

Для відтворення зображень використано таку послідовність операцій:

- вибір траєкторії руху та обертання моделі;
- вибір вузлових точок і кадрів (загальна кількість кадрів – 165) виокремленням дослідницької зони;
- оцифрування наявної картографічної інформації;
- нанесення знакового навантаження і написів щодо свердловинах зони досліджень;
- складання бази знань (баз даних “координати”, “свердловини”, “стратиграфія”, “літологія відкладів”, “нафтогазонасиченість”) для цифрового зображення поверхні горизонту дослідження;
- плавне перетікання двовимірної структурної карти по покрівлі візейських карбонатних відкладів Талалаївського виступу ДДЗ у тривимірну, а потім у повне зображення візуального фрейму їх вивченої частини за методом морфування зображень;
- розрив об'ємного зображення візуального фрейму на 3 частини;
- виділення Губського прогнозного об'єкта, та збільшення його масштабу.

Візуальні зображення виконано у такий спосіб:

- зображення стратиграфічно-літологічного фрейму Губського об'єкта – за допомогою програми “Frame-Info”, а його мультианімаційне зображення – за допомогою покадрового обертання навколо своєї осі;
- зображення фрейму нафтогазонасиченості порід Губського об'єкта – за допомогою програми “Frame-Info”, а його мультианімаційне зображення – за допомогою покадрового обертання навколо своєї осі;



- зображення площинної складової візуального фрейму – за допомогою двовимірної структурної карти і її плавного перетікання у тривимірну структурну карту, побудовану за допомогою програми “Surfer”;
- зображення вертикальної складової візуального фрейму – в напів-автоматизованому режимі; за допомогою програми “Frame-Info” візуалізовано різноманітні характеристики у вузлах фрейму (в свердловинах) (“стратиграфія”, “літологія” та “нафтогазоносність”).

Заключний крок створення кінцевого мультианімаційного фільму – компонування і збереження усіх етапів зображення нафтогазоперспективних об’єктів Талалаївського виступу ДДЗ.

У процесі створення мультианімаційних зображень не використовували дорогі програмні засоби. Візуалізацію геологічних даних та їх мультианімаційне зображення виконували за допомогою елементів відомих програмних пакетів: COREL DRAW, Surfer 8 фірми Golden Software, Morph Studio фірми Ulead, КОМPAS-3D, програми VirtualDub 1.6.10.

Підсумком виконаних побудов є науковий мультианімаційний фільм. Особливістю цих побудов є те, що вперше для геології їх здійснено на основі викладених теоретичних положень та за планом і правилами, розробленими в цій статті. Звісно, що вони не повною мірою відповідають сучасному розвитку мультиплікації й анімації. Проте вони значно ліпші за перші кінокадри братів Льюїс, а головне – не лише обґрунтовують, а й доводять можливість використання мультианімаційних зображень об’єктів у геологічних дослідженнях.

Чотирихвилинний науковий мультианімаційний фільм демонстрували на міжнародній конференції з геоінформатики в Києві у квітні 2007 р.

1. Брод И.О., Фролов Е.Ф. Поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений. Изд. 2-е, пер. и доп. – М.: Гостоптехиздат, 1957. – 674 с.
2. Гончаров В.Є., Поліщук М.Б., Пупов А.В., Каленська Г.М., Савельєва Л.Р. Геоінформаційне картографування в прогнозних дослідженнях на нафту і газ // Зб. наук. праць 8-ї Міжнар. наук.-практ. конф. “Нафта і газ України – 2004” (Судак, 29.09 – 01.10. 2004 р.). У 2 т. – Львів.: Центр Європи, 2004. – Т. 1. – С. 84–85.
3. Берлянт А.М. Геоизображения и геоиконика. – М.: Знание, 1990. – 48 с.
4. Гончаров В.Є. Геологічний напрям розвитку інформаційних технологій // Геоінформатика. –2006. – № 2. – С. 92–97.
5. Берлянт А.М. Виртуальные геоизображения. – М.: Науч. мир, 2001. – 56 с.
6. Internet-адреса <http://circ.mgpu.ru/works/65/OsipovaTG/title2.htm>
7. Internet-адреса <http://ulin.ru/whatshow.htm>
8. Минский М. Фреймы для представления знаний. Пер. с англ. – М.: Энергия, 1979. –152 с.