

Міністерство культури та інформаційної політики України
Харківська державна академія дизайну і мистецтв
Кафедра «Мультимедійний дизайн»

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ **Комп`ютерні технології** **«ФРАКТАЛЬНА АНІМАЦІЯ»**

для студентів 3 курсу
СВО: Бакалавр
Галузь знань: 02 «Культура і мистецтво»
Спеціальності: 022 «Дизайн»
Освітньо-професійна програма «Мультимедійний дизайн»



Методичні рекомендації з дисципліни «Комп'ютерні технології» для студентів 3 курсу спеціальності 022 «Дизайн». Освітньо-професійна програма «Мультимедійний дизайн». — Х.: ХДАДМ, 2023. — 117с.

УКЛАДАЧ:

МАЛИНІНА І.О., доцент, кандидат педагогічних наук.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Северін В.Д. Кандидат мистецтвознавства

доцент каф. Дизайну середовища ХДАДМ

Чаус Д. В. Доцент каф. Образотворчого мистецтва ХНПУ ім. Г.С.Сковороди

Методичні рекомендації призначено для організації аудиторної і самостійної роботи студентів під час вивчення дисципліни «Комп'ютерні технології» з метою сприяти оволодінню студентами термінології і технології Фрактальної анімації. У якості ілюстративного матеріалу використано знімки екранів кращих світових анімацій, а також кращих робіт студентів ХДАДМ в цій технології.

Затверджено кафедрою «Мультимедійний дизайн», протокол № 15 від «14» 04. 2023 р.

Рекомендовано до друку методичної ради ХДАДМ протокол № ____ від «26» 04. 2023 р

© Харківська державна академія дизайну і мистецтв, 2023 р.

© Малмніна І.О.2023 р.

ЗМІСТ

МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ	
ОПИС І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ	
ФОРМАТ ДИСЦИПЛІНИ.....	
РОЗКЛАД КУРСУ.....	
ФОРМАТ СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ	
ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ	
Тема1. ЩО ТАКЕ ФРАКТАЛИ? СВІТ НАВКОЛО НАС.....	
Тема2. ФРАКТАЛИ В ПРИРОДІ. СВІТ НАВКОЛО НАС.....	
Тема 3. БАЗОВІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ФРАКТАЛІВ, ІНТЕРФЕЙС MANDELBULB 3D.....	
Тема 4. КОЛІР ТА СВІТ», «ПРАКТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ MANDELBULB 3D	
Тема 5. АНІМАЦІЯ, МОЖЛИВОСТІ ТА РЕНДЕРИНГУ MANDELBULB 3D	
ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА.	

Репозитарій ХДАДМ

МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основна спрямованість дисципліни «Фрактальна анімація» визначається необхідністю теоретичної підготовки фахівців у сфері наукового вивчення і осмислення дизайнерської практики. Теоретична складова дисципліни «Фрактальна анімація» знайомить з історією, поняттям фрактала, видами фракталів, фрактальною анімацією. Практичне завдання спрямоване на формування навичок роботи з фрактальною анімацією створення мультимедійних локацій.

Дисципліна вивчається студентами протягом одного семестру 3-го курсу. Вивчення повного курсу завершується диференційованим заліком у другому семестрі.

Кількість кредитів: 7

Кількість модулів: 1

Загальна кількість годин: 90 (з них лекційних 0, практичних – 90, самостійних – 108).

Кількість лекцій: 0

Метою дисципліни «Фрактальна анімація» є підготовка студентів до використання спеціальних знань з фрактальної графіки та анімації, які необхідні для професійної роботи у сфері дизайну візуальних комунікацій.

Завдання дисципліни полягають у послідовному вивченні фрактальної графіки та анімації.

Дисципліна забезпечує загальні та спеціальні (фахові) компетентності:

ЗК 1 Розуміння предметної галузі та розуміння професійної діяльності, здатність застосовувати набуті знання у практичних ситуаціях.

ЗК 4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 6. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ФК 4. Здатність застосовувати навички проектної графіки у професійній діяльності.

ФК 6. Здатність застосовувати у проектно-художній діяльності спеціальні техніки та технології роботи у відповідних матеріалах.

ФК 7. Здатність використовувати сучасне програмне забезпечення для створення об'єктів дизайну.

ФК 11. Здатність до планування та організації власної професійної діяльності, досягнення успіху у професійній кар'єрі, розробки та представлення візуальні презентації, портфоліо власних творів, володіння підприємницькими навичками для провадження дизайн-діяльності.

ФК 15. Здатність до формування, розвитку та вираження авторського задуму, що відповідає поставленій задачі в сценарно-графічній розробці, виконання на високому професійному рівні анімаційні композиції в екранному форматі, створення оригінальних анімаційних роликів, оперування простором і рухом об'єктів.

ФК 23. Здатність професійно використовувати сучасні інформаційні технології у різних сферах мультимедійного дизайну: ігрової індустрії, доповненої реальності, віртуального простору, фрактальної анімації, штучного інтелекту; створювати та використовувати анімовану візуалізацію фрактальних просторів із використанням художньо-естетичних навичок.

Програмні результати навчання:

ПРН 1. Застосовувати набуті знання і розуміння предметної галузі та сфери професійної діяльності у практичних ситуаціях.

ПРН 3. Збирати та аналізувати інформацію для обґрунтування дизайн-проєкту застосовувати теорію і методику дизайну, грамотно використовувати фахову термінологію мультимедійного дизайну.

Визначати мету, завдання та етапи проєктування.

ПРН 6. Усвідомлювати відповідальність за якість виконуваних робіт, забезпечувати виконання завдання на високому професійному рівні.

ПРН 17. Орієнтуватися в розмаїтті сучасних програмних та апаратних засобів, використовувати знання і навички роботи з фаховим комп'ютерним забезпеченням.

ПРН 24. Аналізувати та розкривати творчі ідеї об'єктів дизайну, які виконані за допомогою нових комп'ютерних технологій.

ПРН 28. Розробляти, формувати та контролювати основні етапи виконання проєктів у віртуальній, доповненій та змішаній реальності у межах проєктних концепцій. Застосовувати інноваційні методи і технології роботи у різних сферах

мультимедійного дизайну: ігровій індустрії, доповненій реальності, віртуальному простору, фрактальній анімації, штучному інтелекті.

ОПИС І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна спрямована на опанування студентами навичок та знань новітніх мультимедійних технологій, та вивчається протягом одного семестру на 3-му курсі (6 кредити ECTS, 60 навчальні години, з них: аудиторні лекційні (0годин), практичні заняття (60 годин), самостійна робота (60 години). Структура дисципліни складається з 2-х модулів. Програмна задача кожного модулю полягає у поетапному опануванні студентами навичок щодо оволодіння фрактальною графікою, налаштуванні мультимедійного зображення, розуміння внутрішніх устроїв програмного забезпечення. Перевірка рівня і якості отриманих знань здійснюється у процесі виконання практичних робіт.

ФОРМАТ ДИСЦИПЛІНИ

Тема і зміст матеріалу розкриваються у процесі проведення лекційних та практичних занять. Практичні заняття здійснюються у вигляді вправ за принципом мультимедійних технологій. Самостійна робота студентів спрямована на закріплення лекційних тем та підготовку до практичних занять. Додаткові практичні завдання для самостійної роботи не передбачено, але ініціатива вітається та заохочується додатковими балами.

РОЗКЛАД КУРСУ

Дата	Вид заняття	Зміст	Рубіжний контроль	Деталі
1-й семестр (для 3-го курсу бакалаврат)				
Модуль 1				
1 тиждень	практичні заняття	Тема 1: Фрактальна графіка історія, поняття фрактала, види фракталів. Фрактальна графіка її особливості та		

		унікальність. Зразки впровадження мультимедійних технологій та фрактальної графіки в дизайні		
	практичн і заняття	<u>Тема 2:</u> Базові принципи побудови фракталів, інтерфейс Mandelbulb 3D <u>Тема 3:</u> Колір та світ, різання, множетель фракталів Mandelbulb 3D		
2-4 тижде нь	практичн і заняття	<u>Завдання 1.</u> Створення локації «Космічний простір» фрактальна анімація Mandelbulb 3D	Відео ролик на 30 сек. Анімація 3 фрактальних формул пошуків Mandelbulb 3D фракталів.	
5-7 тижде нь	практичн і заняття	<u>Завдання 2.</u> Створення локації «Природа» фрактальна анімація Mandelbulb 3D	Відео ролик на 30 сек. Анімація 3 фрактальних формул пошуків Mandelbulb 3D фракталів.	
8 тижде нь	практичн і заняття	<u>Завдання 3.</u> Створення презентації до модульного перегляду.		
Модуль 2				
9 -11 тижде нь		<u>Завдання 4.</u> Створення локації «Пустеля» фрактальна анімація Mandelbulb 3D	Відео ролик на 30 сек. Анімація 3 фрактальних формул пошуків Mandelbulb 3D фракталів.	
12-14 тижде нь	практичн і заняття	<u>Завдання 5.</u> Створення локації «Вода, лід» фрактальна анімація Mandelbulb 3D	Відео ролик на 30 сек. Анімація 3 фрактальних формул пошуків Mandelbulb 3D фракталів.	
15 тижде нь	практичн і заняття	<u>Завдання 6.</u> Створення презентації до модульного перегляду. Підготовка до семестрового перегляду	Екзаменаційний перегляд	

ФОРМАТ СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

Рубіжний контроль знань здійснюється шляхом виконання практичних завдань. Вітається ініціатива поєднання отриманих навичок з дизайн-проекуванням, яка відповідає змісту дисципліни і може бути корисною для розвитку студента. Підсумковою формою контролю опанування і закріплення знань з дисципліни «Робота в анімаційних матеріалах» є екзаменаційні перегляди, що проводяться по закінченню кожного семестру. Загальна оцінка виставляється за результатами виконання практичних робіт, а також з урахуванням регулярності відвідування занять. На оцінку може позитивно вплинути активність студента в творчому розкритті технічного блоку дисципліни.

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ

Національна	Бали	ECTS	Диференціація А (внутрішня)	Національна	Бали	ECTS
відмінно	90–100	A	A++ 98–100	задовільно	64–74	D
			A+ 95–97		60–63	E
			A 90–94	незадовільно	35–59	FX
добре	82–89	B		незадовільно (повторне проходження)	0–34	F

Тема1. ЩО ТАКЕ ФРАКТАЛИ? СВІТ НАВКОЛО НАС.



«Вся складність в простоті»

«Сенсей-II» А. Нових

«... все фрактально повторюється у цьому матеріальному світі...»

«СВІДОМІСТЬ І ОСОБИСТІТЬ. Від завідомо мертвого до вічно Живого»

Що таке фрактал

Що таке фрактал? Як влаштований світ навколо нас? Що лежить в основі всього? Чому наша Галактика за формою схожа на раковину Наутилуса, людське око на космічну туманність, а клітини мозку на весь наш Всесвіт?

Кому із вас не доводилося бачити схожі форми у живих і неживих об'єктах? Ніби одна і та ж формула, пронизує все навколо.

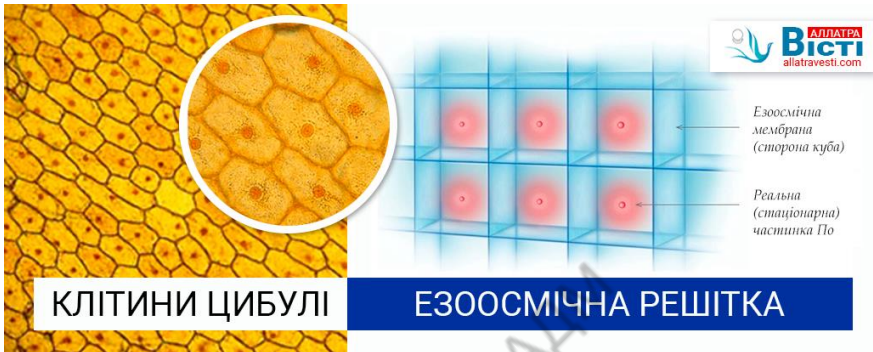


Мал. 1. Фотографія Всесвіту, клітини мозку, народження зірки, поділ клітини, око людини і туманності

Схожі форми зустрічаються всюди, від мікро- до макросвіту: в мінералах, рослинах і тваринному світі, в структурі ДНК, в природних явищах (циклони, блискавки, берегові лінії),

планетарних системах і зоряних скупченнях. Вони присутні і в живих організмах.

Які закономірності і в чому причина такої подібності? Поясненням цьому є фрактал. Фрактальність також простежується як у самій людині, так і у взаємовідносинах у родині, колективі і суспільстві в цілому.



Мал. 2. Приклад фракталів: клітини цибулі та езоосмічна решітка

Фрактал (лат. «fractus» — подрібнений) — самоподоба (копіювання) геометричних фігур, де кожен фрагмент дублюється в масштабі, що зменшується. У природі це явище зустрічається дуже часто.

Можна сказати, що фрактал — це візерунок, який повторює сам себе в різних масштабах до нескінченно малого або/та нескінченно великого. Він народжується не просто повторенням форм, а скоріше повторенням процесу, який застосовується до форми. Нескінченний ланцюжок самобудови.

У природі яскравим прикладом такого візерунка є капуста сорту «Романеско».



КАПУСТА СОРТУ «РОМАНЕСКО»

Мал 3. Приклад фрактала у природі, капуста «Романеско»

Вона має складну будову. Якщо ми візьмемо ніж, відріжемо один бутончик і придивимося, то побачимо — це та ж капуста тільки меншого розміру. Можна продовжити експеримент і різати далі — виходять більш дрібні зразки капусти.

Історія відкриття фракталів

Спираючись на знайдені цікаві артефакти, ми бачимо, що знаннями про фрактали володіли люди ще в давнину. Їхні зображення ми знаходимо на кераміці Трипільської культури (з 5450 по 2700 рік до н. е.), в обрисах побудови поселень і городищ, архітектурі будівель. Більш докладно про це буде розказано в другій частині статті.

На даний момент нам не відомо, яким терміном називали наші предки явище самоподібності об'єктів. Але точно можна сказати, що знання про фрактали входили до розділу «сакральної геометрії» минулого. Розуміння математичної закономірності всього світопорядку було природним ще тисячоліття назад.

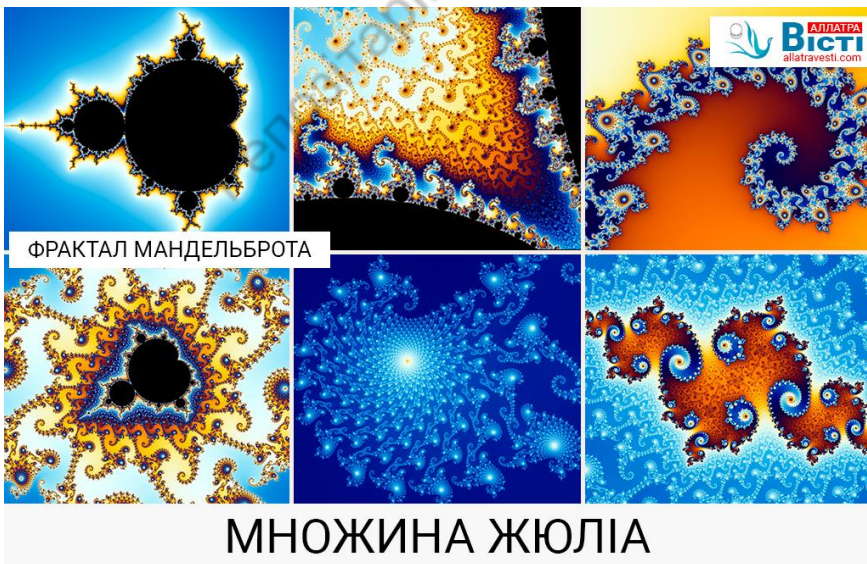
Наприклад, видатному зодчому Стародавнього Єгипту Імхотепу вдалося звести першу в тій країні ступінчасту піраміду — грандіозне фрактальне спорудження з чіткими математичними пропорціями. Група близьких Імхотепу людей називали Бога не інакше як Великим Зодчим Всесвіту. А за часів існування ордена Тамплієрів по всій Європі набув широкого поширення готичний стиль архітектури — втілення сакральної геометрії і фрактальних візерунків у камені.

Однак, із часом вчені вибрали інший, матеріалістичний шлях розвитку науки, який увів нас далеко від цих знань, і божественні закони були забуті.

Як сучасники прийшли до поняття «фрактал»

В області вивчення фракталів ще в кінці XIX — початку XX століть працювали багато вчених: П'єр Фату, Жюль Анрі Пуанкаре, Георг Кантор, Фелікс Гаусдорф, Гастон Жюліа. Вони і заклали математичну базу для появи теорії фракталів.

Поява обчислювальних пристроїв дозволила прискорено проводити ітерації (багаторазово повторюваний процес обчислення) і візуалізувати формули. А сама ідея ввести формулу Гастона Жюліа в комп'ютер і за його допомогою провести громіздкі розрахунки прийшла в голову Мандельброту приблизно в 1977 році. Раз за разом, змінюючи змінну C , він отримував нові дивовижні зображення. Таким чином, множини Жюліа набули геометричних форм. (див. Множини Жюліа). У 1980 р. програма надрукувала щось схоже на кляксу. (див. фрактал Мандельброта). Це просте на перший погляд зображення при наближенні виявляє в собі нові й нові відображення множин Жюліа, яким немає меж.



Мал. 4. Зображення фракталів. Фрактал Мандельброта. Множина Жюліа

Багато сучасних вчених успішно працювали в даному напрямку. Заслуга Бенуа полягає в тому, що він першим візуалізував уже наявні формули, показавши всьому світу їхню неймовірну красу, і дав нині існуючу назву цьому явищу.

Види фракталів

Фрактали бувають різних видів, розглянемо деякі з них:

- геометричні;
- алгебраїчні;
- стохастичні;
- концептуальні (соціокультурні, непросторові і т.д.)

Геометричні

Геометричні види фракталів є найбільш наочними і простими в будові. Побачити їх може будь-яка людина. Безліч таких фракталів можна намалювати на звичайному аркуші паперу в клітинку. Прикладом є: Трикутник Серпінського, Сніжинка Коха, Н-фрактал, Т-фрактал, Дракон, Крива Леві, Дерево Піфагора.

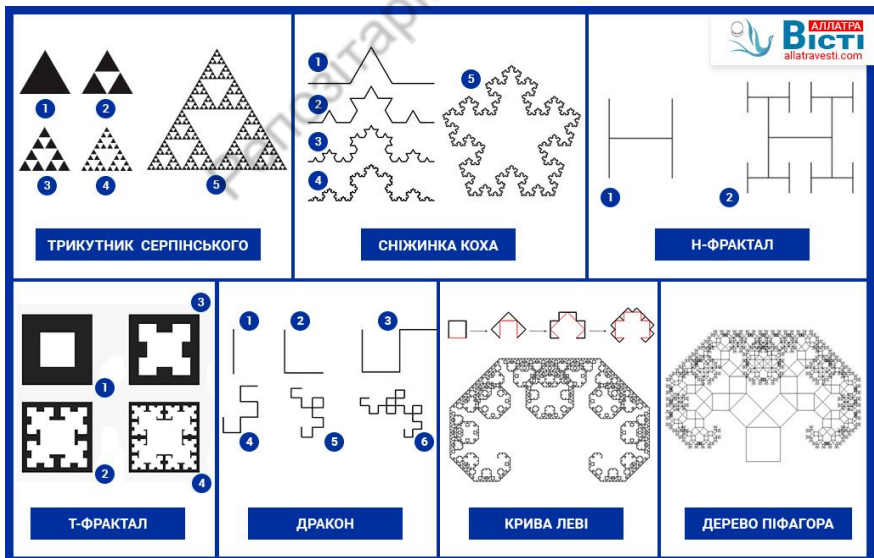
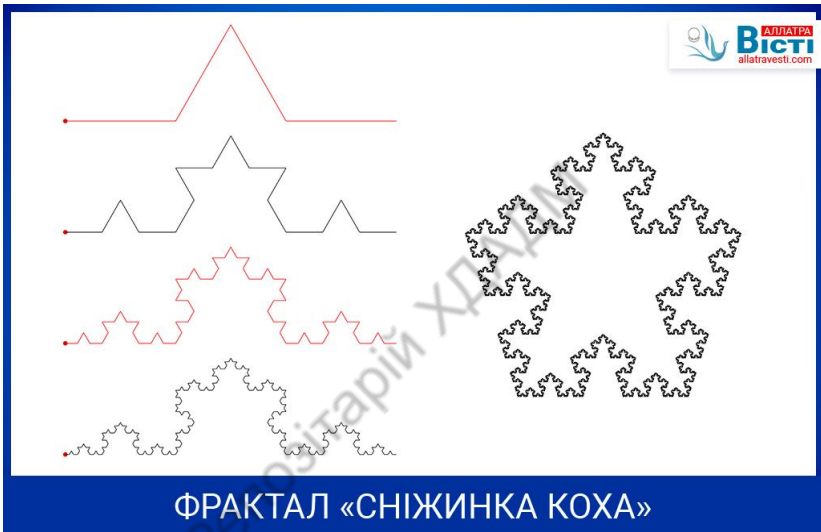


Рис. 5. Приклади геометричних фракталів

Розглянемо принцип побудови фракталів на прикладі — «Сніжинки Коха» (рис. 6).

Він будується шляхом багаторазового поділу відрізка лінії на 3 рівні частини і заміни середньої частини на 2 нових відрізка тієї ж довжини. Число сторін кожен раз почотверяється, внаслідок чого стає нескінченно великим. Периметр сніжинки має нескінченну довжину, але площа при цьому кінцева, оскільки фігура є замкнутою.



Мал. 6. Фрактал — «Сніжинка Коха»

«Сніжинка Коха» стала основою фрактальних антен, які ми використовуємо в мобільних пристроях. Завдяки такій формі антени мають компактний розмір з широким діапазоном дії.



Мал. 7. Приклади фрактальних антен

За принципом побудови цікавий також **«Трикутник Серпінського»**.

1. Візьмемо рівносторонній трикутник, відзначимо середини його сторін.
 2. З'єднаємо серединні точки прямими лініями. Утворилися 4 трикутника.
 3. Центральний трикутник виймаємо і «викидаємо».
- Тепер повторимо цю операцію з кожним із новоутворених трикутників. І так до нескінченності.



ПОБУДОВА ТРИКУТНИКА СЕРПІНСЬКОГО

Мал. 8. Побудова трикутника Серпінського

Із цього прикладу легко побачити, що кількість трикутників збільшується, і сума їх периметрів (сума сторін трикутників) прямує до нескінченності, а сума площ — до нуля.

Трикутник Серпінського має нульову площу. Розбираючи спосіб побудови, можна побачити, що «виймаючи» з трикутника все наповнення після кожної ітерації (повторення операції побудови), ми постійно зменшуємо його площу і в результаті зводимо її до нуля.

Алгебраїчні фрактали

Це найбільша група фракталів, яка базується на основі різних алгебраїчних формул. Яскравим прикладом є фрактал Мандельброта. Нині їх прийнято відображати в кольорі. Виходять дуже красиві незвичайні орнаменти, які використовують, наприклад, в дизайні одягу.



АЛГЕБРАЇЧНІ ФРАКТАЛИ

Мал. 9. Зображення алгебраїчних фракталів

Не менш популярним є спосіб побудови, заснований на комплексній динаміці. В результаті утворюються фрактали, що нагадують живі організми — біоморфи. (мал. 10).



ПРИКЛАДИ ФРАКТАЛІВ «БІОМОРФІВ»

Стохастичні фрактали

Будуються шляхом хаотичної зміни деяких параметрів. При цьому виходять об'єкти, дуже схожі на природні. Фрактали даного виду широко застосовуються в кіноіндустрії. За допомогою комп'ютерної графіки створюються штучні гори, хмари, поверхні моря, планети, берегові лінії, несиметричні дерева (мал.11). Також представником даного виду є — «плазма» в природі:

- Блискавка
- Іоносфера
- Північне сяйво
- Полум'я



Мал. 11. Стохастические фракталы

Концептуальні (соціокультурні, непросторові) фрактали

Цей вид об'єднує непросторові структури, що виходять за рамки геометричної фрактальності. Принцип багаторівневої самоподібності закладений в культурних творах. У художніх текстах (віршах для дітей, народних піснях, у музичних творах і казках) часто зустрічається «оповідання в оповіданні».

Наприклад:

«У попа був двір, на дворі був кіл, на колу мочалка — чи не почати казочку спочатку?... У попа був двір...»

або

Казка «Ріпка»:

Дід, баба.

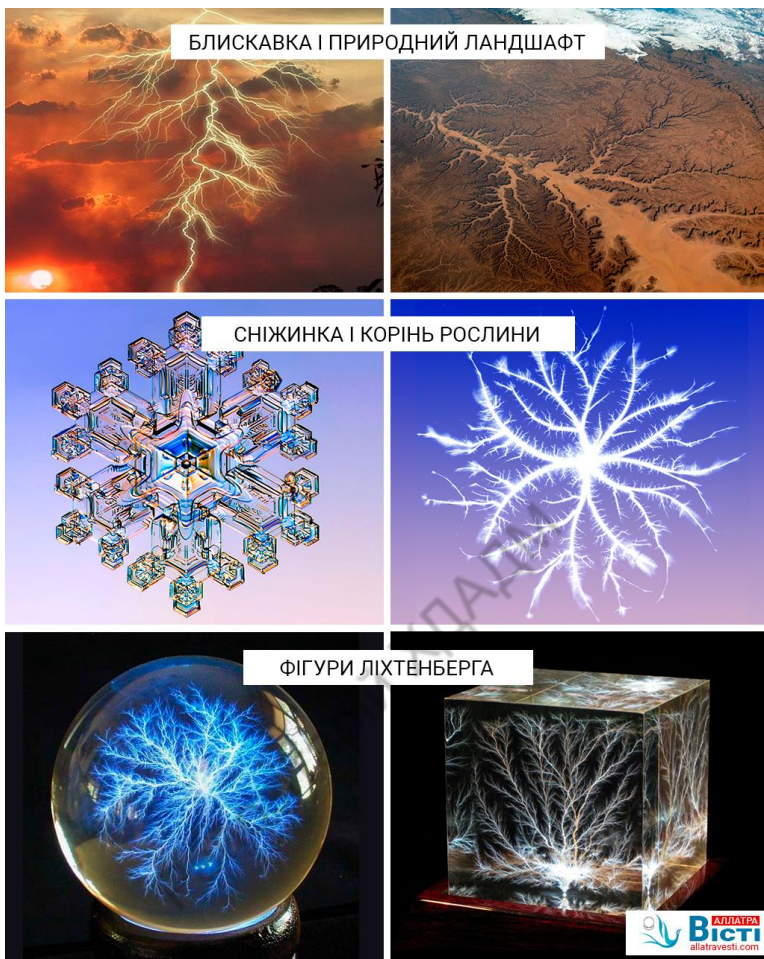
Дід, баба, внучка.

Дід, баба, внучка, Жучка і т.д.

Фрактальність спостерігається в організації людських поселень (країна — місто — квартал); у розподілі суспільства на групи (народ — соціокультурна група — сім'я — людина). Сюди ж віднесемо фрактальність взаємовідносин, які починаються з самої людини. Змінюється людина, її сприйняття, внутрішній стан — змінюються взаємовідносини в сім'ї, колективі, в результаті перетворюється все суспільство. Простежується фрактальність в ієрархічних системах управління.

ФРАКТАЛЬНІ ФОРМИ В ПРИРОДІ

Репозитарій ХДАДМ



Мал. 12. Фрактали в природі

Один із наочних прикладів фрактальної форми — берегові лінії, які відрізняються одна від одної ступенем своєї порізаності. Немає абсолютно однакових протоків, але їхні загальні обриси неначе намальовані одним лекалом. Ці обриси незалежно від розміру дуже схожі. Маленький протік — це зменшена копія великого. Якщо збільшити верхній правий кут картинки, то вона буде аналогічна всій картині, зображеній на малюнку.

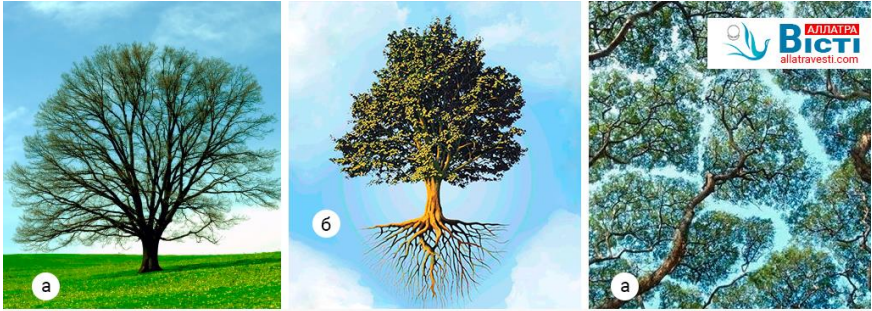


ФРАКТАЛИ НА ПРИКЛАДІ БЕРЕГОВИХ ЛІНІЙ

Мал. 13. Берегові лінії

Рослинний світ нашої зеленої планети багатий і різноманітний. На перший погляд здається, що в ньому немає ніякої закономірності: рослини в лісі розташовані безладно, гілки з листям на рослинах теж. Але візьмемо, наприклад, дерево. Якщо розглядати дерево піднімаючись від основи до вершини, то видно, як від стовбура відходять великі гілки, на великих гілках йде таке ж розгалуження менших гілок, і далі форма розгалуження в будь-якій частині дерева буде повторюватися, лише зменшуючись в розмірі до вершини. І знаючи принципи побудови фракталів, вивчивши всі закономірності розташування гілок на вершині дерева, неважко здогадатися, як виглядає це ж дерево у своєї основи.

Крона — це видима частина дерева, яка є відображенням кореневої системи. А коріння, в свою чергу, теж мають яскраво виражену фрактальну будову. (мал.14, б).



ФРАКТАЛИ НА ПРИКЛАДІ:

а) розвилок на стовбурах дерева; б) кореневої системи дерева

Мал. 14. Фрактали в природі на прикладі дерева

Найцікавіше, що прожилки на листі теж утворюють фрактальний малюнок, дуже схожий на плоске мініатюрне дерево (мал.15). Немає листя з однаковим малюнком, так само як немає людей з однаковим відбитком пальця. Малюнок на кожному листку унікальний.



ФРАКТАЛЬНІСТЬ В ЛИСТКАХ

а) збільшений лист бегонії;
б) лист плюща

Мал. 15. Фрактальність в листках

Кімнатна рослина (королівська бегонія) — яскравий приклад прояву фракталів у малюнку листків. Маленькі листочки за формою і поєднанням кольорів аналогічні великим, хоча і не є їх точною копією (мал. 16).



ФРАКТАЛЬНІСТЬ НА ПРИКЛАДІ ЛИСТЯ
БЕГОНІЇ КОРОЛІВСЬКОЇ

Мал. 16. Листя королівської бегонії

Один із найстаріших видів наземних рослин — папороті. Вчені вважають, що вони існують більше 350 млн. років. Будова листка цієї рослини дуже схожа на комп'ютерний фрактал (*мал. 17*). Саме ця рослина є яскравим доказом того, що чим давніша біологічна форма, тим чіткіше в ній простежується фрактал, тобто форма організму будується за простими правилами.



ФРАКТАЛЬНІСТЬ В ЛИСТКАХ ПАПОРОТІ

Мал. 17. Листки папороті

Їстівні рослини теж несуть в собі форми самоподібності. Червона капуста в поздовжньому зрізі має фрактальний малюнок. (*мал. 18*)



ФРАКТАЛЬНІСТЬ НА ПРИКЛАДІ КАПУСТИ

Мал. 18. Фото різних сортів капусти

Здавалося б, тугий качан капусти, а його краса може надихнути навіть художника. Білі потовщення центральних живців щільно притиснутого листя утворюють чарівний фрактальний лабіринт.

Лишайники так само як папороті та мохи — це найдавніші представники рослинного світу, тому фрактали в них виражені особливо яскраво. В їхніх вузлах містяться ті ж фрактальні форми, що і по краях.

ЛИШАЙНИКИ

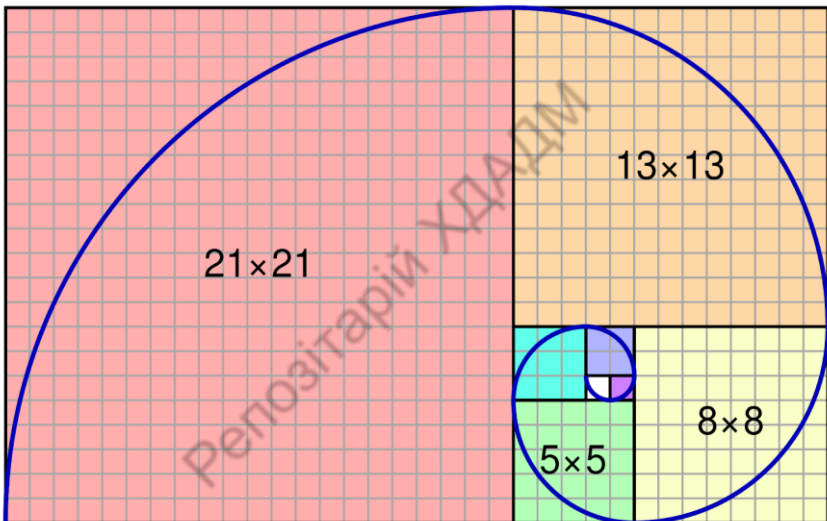


У вищих рослин, таких, як дерева, великі фрагменти фрактала розташовані в центрі рослини (гілки). У лишайника навпаки, великі фрагменти розташовані на периферії організму (в дійсності, це колонія організмів).

Фрактальність світобудови, енергії. Спіраль як фрактал

Світ навколо нас різноманітний. Багато об'єктів, що існують в природі, є фракталами. В їхній основі лежить Божественна пропорція (число Фі) — це Золотий перетин і золота спіраль, завдяки якій ми сприймаємо красу і гармонію природи, пропорційність будови людини, древньої архітектури, класичних творів мистецтва.

Золота спіраль будується фрактальним способом: прямокутник із золотою пропорцією. 1,618 (число Фі) розбивають на малі квадрати і проводять дугу. Тобто в спіралях велика дуга переходить у подібну меншу і т.д.



Мал. 20. Золотий перетин

Спіраль сама по собі є фракталом, в якому кожен новий виток копіює попередні, але в новому масштабі. Прямий взаємозв'язок між світобудовою мікро- і макросвіту та формою спіралі свідчить про фрактальну будову Всесвіту.

Дуже цікаву інформацію про цей взаємозв'язок можна знайти в книзі «АллатРа» А. Нових:

«Рігден: Так, і це пов'язано зі структурованим ходом енергій, зберіганням інформації та її обміном, загалом, з поглибленою фізикою. Якщо уважно вивчити це питання, то можна

зрозуміти, що багато що в матеріальному світі розташовується в формі спіралі або здійснює рух по спіралі, починаючи від мікро- й закінчуючи макрооб'єктами».

Тут же ми читаємо, що в міфології стародавніх народів основні моменти про створення світу схожі. Говориться, що зі світу Бога з'явився Первинний Звук, який породив Всесвіт у формі кулі. А на її поверхні під дією сил Аллата (первинної енергії, що породжує життєвий рух) стала утворюватися матерія, яка завдяки тим же силам почала взаємодіяти між собою.



Стремління сили Аллата до єдиної впорядкованої форми (у сторону Бога) задало рух Всесвіту «зсередини назовні» і почало розкручувати її по правильній спіралі, на розширення. Так була задана функція на створення. Але одночасно, закручуючи Всесвіт по правильній спіралі, сила Аллата породила і протидіючу їй силу. Остання почала розкручувати рух всередині Всесвіту по зворотній спіралі в протилежному основній дії Аллата напрямку — «ззовні всередину», поєднуючи матерію в єдиний матеріальний Розум (Тваринний розум). Так була задана функція на руйнування, протидію силам Аллата.

З книги Анастасії Нових «АллатРа»



Весь світ створений за математичними пропорціями, і древні про це знали і відобразили своє знання в міфах про створення світу. Спіраль і послідовність Фібоначчі — це теж фрактали. Поняття про дві протидіючі сили Всесвіту відображені на артефактах різних культур і епох символом спіралей, закручених в різні боки.



СПІРАЛІ НА АРТЕФАКТАХ

а) Ахура Мазда (Іран); б) Трипілля-Кукутень; в) Богиня скіфів (Росія) 2-1 тис до н.е.;
 г) Символ Ін-Янь (Китай); д) Культура Яншао; е) Золота пластина. Мачу-Пікчу (Перу);
 є) Мінойська культура; ж) Культура індіанців

Мал. 20. Артефакти із символом спіраль у культурах світу

Науці вже відомо про спіральні структури і спіралеподібний рух енергії. У цьому русі також виявляються фрактальні властивості. Їх можна побачити в космосі, в тілі людини, в рослинах і природних явищах (хмари, циклони, вири).

Фізики спостерігали, як в турбулентних потоках великі вихори породжують вихори поменше, а ті ще менше, і таке ділення спіралеподібних енергій спостерігалось до тих видимих меж, які технічно були доступні вченим.

Фрактальні властивості присутні в структурі та русі енергії електричного розряду, води, в рості рослин і т.д.

Чим корисні знання про фрактали

Розуміння фрактальної побудови спростило багато сфер наукових досліджень. Дивна особливість фракталів — повторення аналогічного патерну в різних масштабах — дозволяє нам, вивчивши малу частину якої-небудь події або явища, припускати про будову цілого.

Ця властивість дозволила більш точно розраховувати площі нерівних ламаних поверхонь. Наприклад, географічних, таких

як берегові лінії, хмари, або біологічних — внутрішня поверхня легень або нервових волокон.



Мал. 21. Зображення структури легенів

Фрактальна будова ландшафту дозволила створювати 3D моделі гір, хмар, берега, що широко використовується в комп'ютерній графіці кінематографа, програм навчання водіїв, льотчиків, а також в комп'ютерних іграх. За фактом, це є створення ілюзорної копії нашого світу (ілюзії всередині ілюзії). У технічній сфері ми навчилися виробляти фрактальні антени, які дозволяють значно зменшити розміри конструкції, і розширити діапазон частот, що приймаються без збільшення обсягу і громіздкості.

Застосування фрактальної властивості в архітектурі призвело до появи нових незвичайних форм зі збільшенням міцності будівель.

Знання про фрактали знайшли застосування в усіх сферах життя людини — у фізиці, економіці, культурі, біології, геології і т.д.

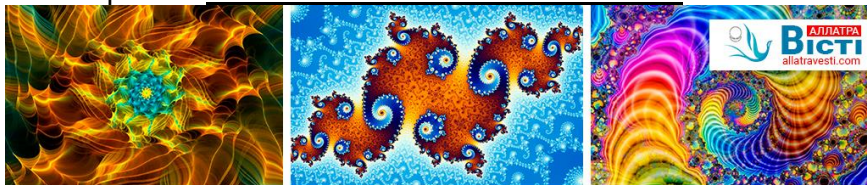
Але головне — це реальний шанс по-новому поглянути на світобудову, яка пронизана фракталами вздовж, поперек і наскрізь. Наприклад, вивчення галактики дозволило вченим наблизитися до розуміння про будову Всесвіту і про паралельні світи.

ВИСНОВОК

Як бачимо, фрактали — це не щось відокремлене і незрозуміле. Вони наповнюють наше життя. Знання про

фрактальну побудову світу були у людей з давніх-давен. Ми провели невелике дослідження і знайшли цікаві факти, пов'язані з давниною фракталів, способами їх застосування в архітектурі і проявів як в самій людині, так і в суспільстві.

Як говорить в книзі Анастасії Нових «АллатРа»:



Фрактали виявлені в багатьох природних явищах і процесах. Це як інший рівень складності геометрії простору, але ще далеко не найскладніший...

З книги Анастасії Нових «АллатРа»



У другій частині нас чекає захоплююча подорож в історію, архітектуру, музику. У нас буде можливість зрозуміти, як зміни в незмірно малому можуть призвести до глобальних трансформацій. І що може зробити людина як одиниця суспільства, щоб настало золоте тисячоліття, про яке люди мріють з давніх-давен.

Тема2. ФРАКТАЛИ В ПРИРОДІ. СВІТ НАВКОЛО НАС.

План

Приклади фракталів у живій природі

- *Морські фрактали*
- *Фрактальність у біологічних спільнотах*
- *Розподілення донних морських організмів*
- *Просторова самоорганізація в популяціях комах*
- *Фрактальність і тіло людини*
- *Дивовижні факти фізіології та будови*
- *Молекула білка*
- *Скелетна мускулатура.*
- *Будова скелетних м'язів*
- *Дихальна система*
- *Комплексний підхід*
- *Висновок*



У першій частині ми говорили про те, що фракталами пронизане все навколо. Вивчення фрактальності світу відкриває перед нами новий, інший рівень просторової геометрії. Можна припустити, що цей рівень не останній і не найскладніший. По суті весь наш Всесвіт – великий фрактал.

У цій статті ми розглянемо фрактальні закономірності, які зустрічаються в живих організмах, від найменших (бактерій) до людини. Цікавим є той факт, що прояв властивості самоподібності не залежить ні від розміру живих істот, ні від їхньої кількості.

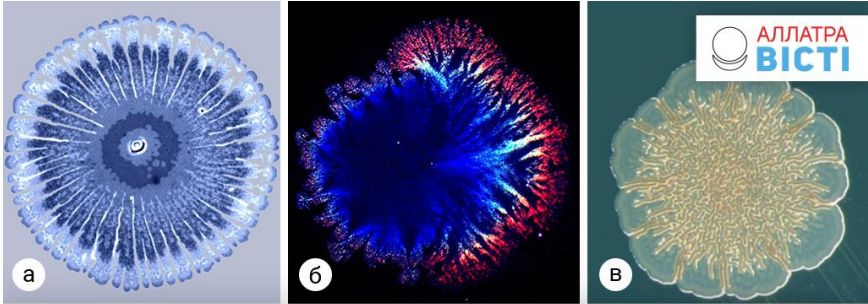
Принципом дизайну живої природи проголошена фрактальна геометрія.

Вона дала можливість математично стисло описувати опуклі, ламані, шорсткі та інші неоднорідні форми та поверхні, які неможливо описати мовою геометрії Евкліда. Фрактальна геометрія розглядає простір не суцільно розміреним, а роздрібненим або фрактальним. Тому для опису природних фракталів використовується поняття роздрібненої розмірності.

Тут варто зауважити, що на відміну від математичних фракталів, де кожний фрагмент повністю повторює себе, у природних фракталах немає бездоганно правильних форм, у них завжди, навіть при максимальному збільшенні масштабу, зберігаються нерівності.

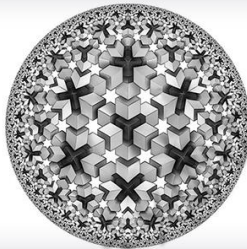
А різноманітність видів фракталів у природі значно більша за ту, що можуть дати результати комп'ютерних обчислень.

Наприклад, для деяких видів бактерій характерна форма, яка нагадує математичні фрактали.



ФРАКТАЛЬНІСТЬ У КОЛОНІЯХ БАКТЕРІЙ

а) Вортекс бактерій; б) колонія бактерій у поживному середовищі; в) колонія бактерій-мутантів *Pseudomonas fluorescens* на поверхні поживного середовища



МАТЕМАТИЧНІ ФРАКТАЛИ

Мал. 1. Фрактальність у колоніях бактерій і математичні фрактали

Спостереження за зростанням колонії бактерій дає можливість наочно визначити **правило, за яким розгортається фрактал**, тобто виділити те, що слугує генератором його зростання. Це відбувається тому, що зростання і розмноження бактерій відбувається стрімко, у порівнянні зі зростанням і розмноженням інших живих організмів.

Спостереження інших природних прикладів значно ускладнене або взагалі неможливе.

Зростанню і розмноженню бактерій передують фаза спокою та адаптації (2-3 години), потім настає період інтенсивного ділення бактерій (тривалість його близько 5-6 год), за оптимальних умов для росту, бактерії можуть ділитися кожні 20-40 хвилин. Залежно від виду і кількості поживного середовища колонія бактерій може жити від 10 годин до

декількох тижнів. Усе це і дозволяє вести спостереження, (і) робити висновки про динаміку фрактального розвитку колоній бактерій.

Дослідження самоорганізації цих мікроорганізмів привело до виникнення теорії про «мудрість» бактерій (Ben-Jacob, 1998). Сама по-собі одна бактерія не володіє «розумом», але колонія бактерій поводить себе так організовано, як єдиний організм, який володіє спільною колективною свідомістю.

Вивчаючи самоорганізацію колонії бактерій, ми наштотувалися на поняття мультифрактали. Мультифрактал – це комплексний фрактал, у якому є декілька природних алгоритмів (закономірностей) побудови. Вони послідовно змінюють один одного і кожен із них створює патерн зі своєю фрактальною розмірністю. Можна припустити, що такі закономірності є на різних рівнях існування живих організмів: створення форм, звучання, світіння, поведінка як одного об'єкту, так і їхньої організації (від однієї особини до колонії, зграї, косяку, колективу). Це пояснює виникнення здавалося б таких складних об'єктів. Але в основі всього є фрактал.

Аналогічну картину самоорганізації ми можемо спостерігати в колоніях мурашок, бджіл, зграях риб, пташок і так далі. Така організована поведінка груп живих істот передбачає наявність упорядкованого спільного інформаційного поля (септонне поле або тваринний розум).

Приклади фракталів у живій природі

У живій природі є розмаїття фракталів, краса або непоказність яких дивує.

Давайте розглянемо приклади фракталів у живій природі.



ФРАКТАЛ У ПАВУТИННІ

Мал. 2. Фрактальність у павутині

Морські фрактали

Восьминіг – морська придонна тварина з класу головоногих, фрактальну будову має його тіло та присоски на всіх восьми щупальцях.



МОРСЬКІ ФРАКТАЛИ. ВОСЬМИНІГ

Мал. 3. Фрактальна структура восьминога

Ще одним типовим представником фракталів підводного світу є корал.

У природі відомо понад 3500 різновидів коралів.

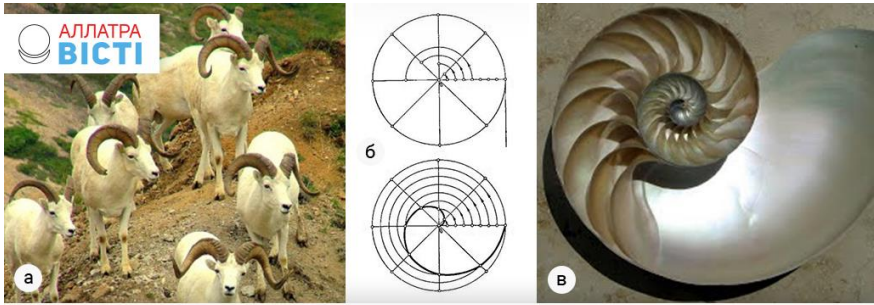


ФРАКТАЛЬНІСТЬ РІЗНОВИДІВ КОРАЛІВ

Мал. 4. Різновиди коралів

Усе більше використовуються фрактальні концепції в таких науках як біологія та медицина, охоплюючи всі рівні біологічної організації. Стосується це і біологічного морфогенезу – процесу виникнення нових форм і структур в індивідуальному та еволюційному розвитку організмів.

Вчені, проводячи свої дослідження, помітили, що раковина морського вушка *Haliotis*, головоногого моллюска *Nautilus pompilius* і закручені роги копитних – це повторення тієї ж самої структури із симетрією подібності, в основі якої лежить логарифмічна спіраль, або спіраль Архімеда (мал.5).



ПРИКЛАДИ ФРАКТАЛІВ:

а) закручені роги копитних; б) спіраль Архімеда; в) молюск Наутілус

Мал. 5. Спіралі у природі. Фрактали

Цікаво, що подібну спіраль Архімеда ми зустрічаємо і на артефактах стародавніх культур (мал.6).



СПІРАЛІ НА КЕРАМІЦІ:

а) культура Трипілля-Кукутень; б) Таїланд, культура Бан-Чанг (ранній неоліт)

Мал. 6. Спіралі на артефактах стародавніх цивілізацій

Унікальна якість фрактальних структур у тому, що вона максимально збільшує площу при мінімальному об'ємі простору. Це дає живим організмам максимальну площу обміну з оточуючим середовищем і більш якісний метаболізм при мінімізації загального об'єму. В чому і полягає біологічна функція фрактальних структур, яка дозволяє створювати величезне розмаїття живих організмів.

Використання фрактальних методів у біології дає можливість вивчити і зрозуміти організацію живих систем.

Найчастіше вони допомагають у вивченні:

- білків,
- ДНК, РНК,
- динаміки окислювальних процесів,
- розподілення рецепторів,
- динаміки клітинного руху,
- фрактальної організації дихальної, судинної та інших систем тварин і рослин,
- безлічі фізіологічних і поведінкових реакцій організму в нормі та при патології.

Дійсно, фрактальні структури присутні на всіх ієрархічних рівнях живого організму. Можна припустити, що еволюція всього живого на Землі слідувала принципу сомоподібності. Численні експериментальні та клінічні дані дозволяють зробити висновок, що дослідження фрактальної топології різноманітних біологічних систем відкриває перспективи проведення фрактального діагностування.

Фрактальність у біологічних спільнотах

У біологічних спільнотах за деякими ознаками спостерігаються подібності з фракталами. Нижче будуть наведені деякі приклади розселення та самоорганізації живих організмів.

Розподілення донних морських організмів

Фрактальність при розподіленні донних морських організмів проявляється у тому, що живі істоти розташовуються не рівномірно, а плямами. Причому при різних масштабах розселення ця неоднорідність зберігається постійною.



ПІЩАНА БІЛОМОРСЬКА ЛІТОРАЛЬ
(осушний берег) під час відпливу

Мал. 7. Розподілення донних морських організмів. Піщана біломорська літораль

Масштаб, при якому буде спостерігатися фрактальне розподілення, прямо залежить від розмірів організму:

- для великих організмів, наприклад ракоподібних, масштаб розселення може варіюватися від десятків метрів до десятків кілометрів;
- для інфузорій (розмір інфузорії тувельки складає 0,1-0,3 мм) – від кількох метрів до декількох сотень метрів;
- для діатомей (від менш ніж 10 до понад 500 мкм) – від кількох дециметрів до десятків метрів.

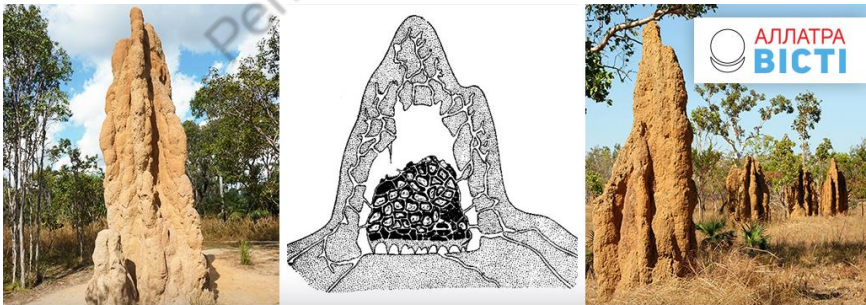
Ці знання важливі при екологічних дослідженнях, коли вивчаються і з'ясовуються причини неоднорідності розподілення живих організмів.

Просторова самоорганізація в популяціях комах

Розглянемо як проявляється мультифрактальність у поведінці спільнот комах і їхній синхронізації.

Цікавий механізм побудови термітника.

Спочатку терміти зносять шматочки землі, які містять запах, що є привабливим для інших термітів. Вони хаотично розкладають їх. У якийсь момент біля декількох випадково розташованих поруч таких грудочок утворюється центр скупчення великої кількості термітів.



ТЕРМІТНИКИ

Мал. 8. Термітники

Після цього починає діяти механізм зворотного зв'язку – самопосилення. Це призводить до того, що терміти **самоорганізуються і замість хаотичних дій починають злагоджено й організовано працювати** над будівництвом термітника. Запах при цьому посилюється, що у свою чергу приваблює ще більшу кількість термітів.

А в колоніях мурашок самосинхронізація і розподіл задач здійснюється без допомоги будь-яких сигналів іззовні. Якщо колонію розділити на дві групи і в одну відібрати тільки трудових мурашок, а в іншу «ледарів», то за деякий час кожна із цих спільнот розділиться на трудових і «ледарів», аналогічно початковій групі. Тобто цілісність та ієрархічна структура спільноти відтвориться, «регенерує», подібно до того, як планарія регенерує видалену голову або задню частину.

У Південно-Східній Азії стався показовий приклад самоорганізації спалахів світлячків, коли тисячі самців на деревах синхронно спалахували. Цей процес узгодженості світлячків протікав досить повільно. Спочатку спостерігалась слабка узгодженість окремих особин. Потім швидкість синхронізації почала збільшуватися і зв'язки швидко розповсюдились, захоплюючи все більше і більше світлячків. І нарешті, всі світлячки сформували маяк для приваблення самок, почавши синхронно спалахувати приблизно щосекунди.



Мал. 8. Синхронізована колективна поведінка світлячків

У комах зустрічається таке явище як взаємна синхронізація. Відбувається зміна програми їхньої дії – перехід від індивідуальної хаотичної до колективної злагодженої

взаємодії. На сьогодні існує математичний опис цього процесу, коли популяції тварин самоорганізуються і функціонують як єдине ціле, якому притаманні нові властивості. Це можна розглянути як часовий аналог фазового переходу.

Ми можемо спостерігати взаємну синхронізацію у цвіркунів, які цвірчать в унісон, у бджіл та інших комах. Синхронізована колективна поведінка комах, пташок, риб уже розглядається як приклад самоорганізації.

Аналогічні процеси синхронізації (самоорганізації) ми можемо спостерігати і в людини в електричних імпульсах клітин серця і нейронних мереж, також при виділенні бета-клітинами підшлункової залози інсуліну у відповідь на підвищення цукру в крові та багато іншого.

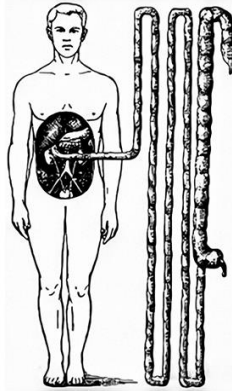
Фрактальність і тіло людини

У першій частині лекції що таке фрактали? світ навколо нас. частина перша ми вже дещо торкалися моменту того, що тіло людини володіє багаторівневою фрактальністю. Завдяки властивостям фракталів (самоподоба, максимальне збільшення периметру в обмеженому просторі) досягається підвищення функціональності, регенерації та живучості організму.

Дивовижні факти фізіології та будови

Для наочності наведемо декілька прикладів дивовижної будови тіла людини:

- Серце людини за день пропускає через себе близько 7000 літрів крові.
- Загальна довжина кровеносних судин у людському організмі складає 96 000 кілометрів. Уявіть для порівняння, що це в 2 рази перевищує довжину екватора, яка складає 40 075 км!
- В організмі людини близько 72 км нервів.
- А загальна довжина кишківника перевищує довжину тіла людини у 4-5 разів!



ЗАГАЛЬНА ДОВЖИНА КИШКІВНИКА ЛЮДИНИ

Мал. 9. Кишківник людини

На даний час активно вивчається фрактальність організму людини на молекулярному рівні (біополімери), клітинному, тканинному і системному (органи і системи органів).

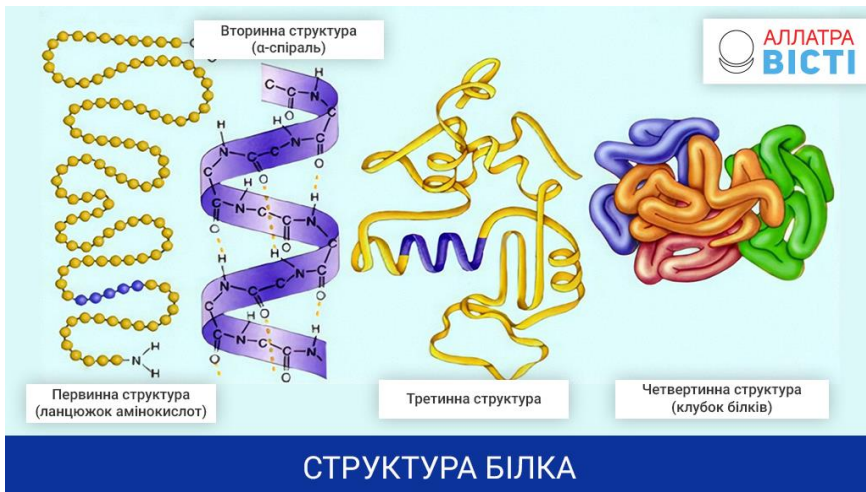
Молекула білка

Розглянемо для прикладу будову молекули білка.

Первинна структура молекули являє собою довгий ланцюг з амінокислотних залишків. Уже на цьому рівні можна спостерігати фрактальність будови. Амінокислоти – це органічні сполуки, які притаманні всім живим організмам. Вони як цеглинки, приймають участь у побудові важливих біологічно активних речовин.

- Сукупність до 20 амінокислот утворює пептид;
- від 20 до 50 амінокислот – поліпептид;
- ланцюжок поліпептидів складає основу молекули білка.

Поліпептидний ланцюг складається з регулярно повторюваних ділянок. Іншими словами уже в **первинній структурі** ми можемо спостерігати повторювані патерни з амінокислот і пептидів.



Мал. 10. Фрактальність структури білка

Далі цей ланцюжок закручується у альфа-спіраль (див. мал.10. Структура білка, **вторинна структура**), що само по собі є фракталом (у першій частині статті ми вже розповідали про те, що спіраль – це фрактал).

Потім альфа-спіраль у просторі утворює структуру певної форми, яка на перший погляд здається хаотичною (**третинна структура**). Але, як нам вдалося переконатися, жодного безладу немає. **Все чітко впорядковане**. Більше того, просторова форма, яку набуває молекула білка, прямо впливає на його властивості та біологічну активність. Іншими словами, якщо ми розгорнемо цей клубок до початкової спіралі, білок втратить активність і вже не зможе виконувати свою роль в організмі. На цьому рівні (третинна структура) фрактальність можна спостерігати у чергуванні зв'язків, які утворюють третинну структуру, і в повторенні патернів просторової конфігурації.

Деякі особливо великі білки можуть утворювати **четвертинну структуру** – просторову глобулу. Як ми бачимо, уже на молекулярному рівні, на прикладі молекули білка простежується багаторівнева фрактальність.

Скелетна мускулатура.

Будова скелетних м'язів

Піднінемося на порядок вище і подивимося на будову скелетних м'язів у порядку від більшого до меншого:

М'ЯЗ (сукупність пучків)

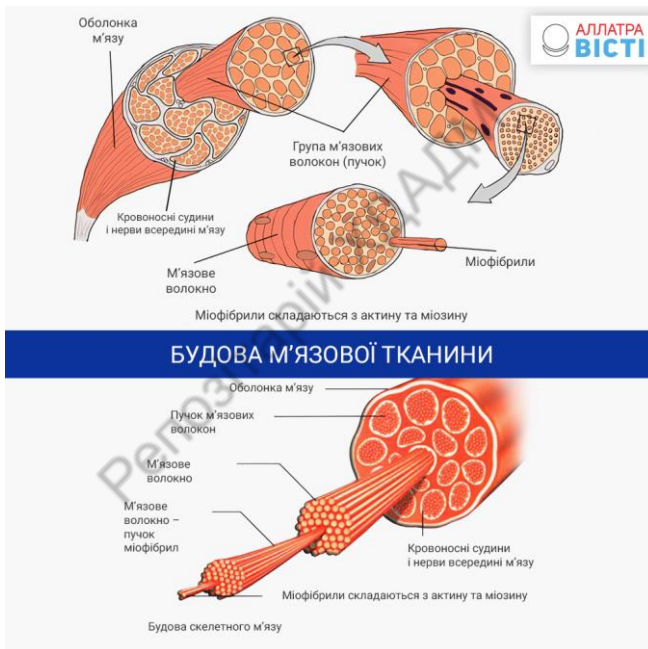
ПУЧОК (сукупність м'язових волокон)

М'ЯЗОВЕ ВОЛОКНО (сукупність пучків міофібрил)

МІОФІБРИЛИ

складаються зі структурних білків актину і міозину, фрактальність яких описана вище на прикладі білка.

Дивовижне багаторівневе повторення за одним принципом!



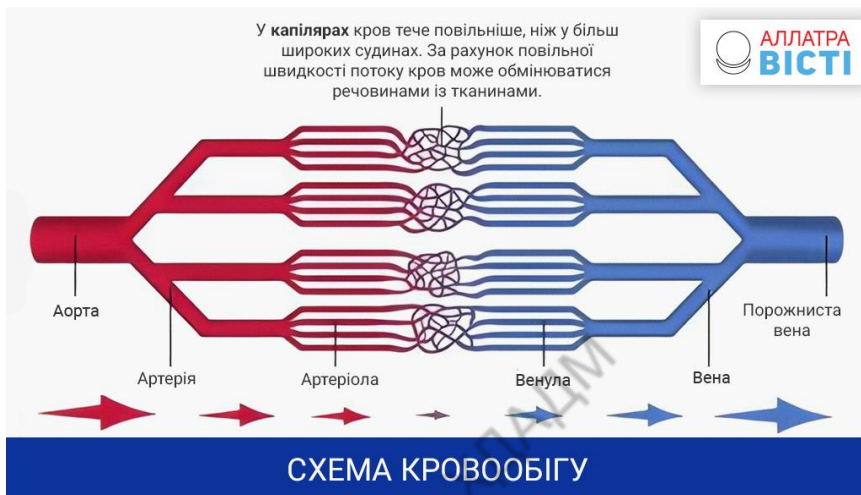
Мал. 11. Будова скелетного м'язу. Приклад фрактальності

Кровоносна система

Інший приклад – кровоносна система.

Її представляють два зрощених розгалужених фрактали (артеріальний і венозний). Великі судини – артерії розгалужуються на судини меншого діаметру – артеріоли, які багаторазово розгалужуються до найдрібніших судин,

пронизуючих всі тканини організму – капілярів. У тканинах капіляри плавно переходять у венули. Останні поступово зливаються у більші вени, найбільші із них впадають у серце. Значно спрощена схема кровообігу наведена нижче:



Мал. 12. Схема кровообігу

Така фрактальна будова забезпечує максимальне постачання тканин киснем і поживними речовинами, у тому числі і при незначних ушкодженнях.

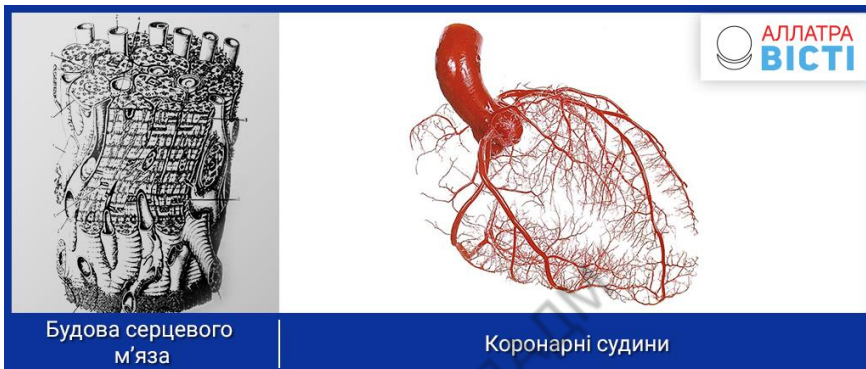
Цікавий факт: у хворої людини часто спрацьовують компенсаторні механізми. Наприклад, у пацієнта, який тривалий час страждає частковим закупоренням (стенозом) судини, із часом спостерігається поява нової мережі дрібних судин (коллатералей), які починають доставляти кров до обділеної ділянки в обхід закупореної.

Саме тому наслідки інфаркту міокарда у літніх хворих із історією хронічних серцево-судинних захворювань набагато легші, ніж у молодих пацієнтів. У літніх хворих кровопостачання швидше відновлюється завдяки наявним коллатералям.

Іншими словами інфаркт у молодому віці небезпечніший, ніж у похилому.

Завдяки фрактальній будові коронарної системи, яка забезпечує кровопостачання серцевого м'язу, у багатьох випадках вдається уникнути інфаркту міокарда.

До того ж саме фрактальна будова серцевих м'язових волокон при пошкодженні будь-якої її частини (інфаркт міокарда) найчастіше дозволяє серцю продовжувати свою роботу.



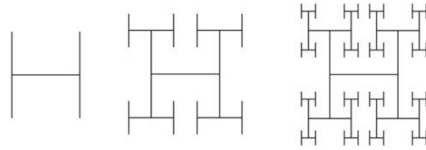
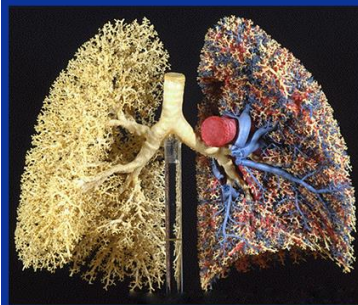
Мал. 13. Фрактальна будова серцевого м'язу та коронарних судин.

Дихальна система

Дихальна система ще один яскравий приклад фрактала. Її структурними елементами є трахея, бронхи, бронхіоли, які в сукупності утворюють бронхіальне дерево; а також альвеоли, які з'єднуються у пірамідальні дольки, з яких і складається легень.

Дивовижно, але завдяки фрактальному принципу будови легень, у людській грудній клітці можна розмістити площу тенісного корту. Саме стільки займає дихальна поверхня легень. Самі ж дихальні шляхи майстерно пронизані артеріями і венами у вигляді лабіринтів.

Будовою бронхіальне дерево нагадує Н-фрактал, про який ми говорили у попередній частині «Що таке фрактали? Світ навколо нас. Частина перша»:



ЗОБРАЖЕННЯ Н-ФРАКТАЛА І БРОНХІАЛЬНОГО ДЕРЕВА

Мал. 14. Зображення Н-фрактала і бронхіального дерева

На малюнку 14 ми бачимо переплетення двох фрактальних систем – легеневої (зліва) і кровоносної (справа).

Говорити про фрактальну будову людського організму можна багато. Ми наведемо ще декілька прикладів.

У тканинах травного тракту одна волокниста поверхня вбудована в іншу. Фрактальні відгалуження або складки значно збільшують площу поверхні, необхідної для всмоктування у тонкому кишківнику.

Жовчні протоки в печінці і сечостатева система, імунна система та вестибулярний апарат, сітківка ока, а також нирки – все це є фрактальними структурами, які прекрасно організовані та добре підготовлені до різного роду пошкоджень.

На сьогоднішній день накопичено чимало наукових даних, які свідчать про фрактальність структур і функцій головного мозку та нервової системи. Цікавий факт: при візуальному пошуку око людини викреслює фрактальну траєкторію!

Візьмемо фізичне тіло людини повністю. Спостерігаючи за ростом і розвитком його від народження до смерті, ми зможемо побачити різні масштабні копії одного об'єкту. Тіло людини зазнає зміни подібно до нелінійного динамічного фракталу.



Мал. 15. Розвиток людського тіла. Процес динамічного фрактала

Комплексний підхід

У минулому столітті з'явилася і закріпилася тенденція на розділення цілісної колись науки на вузькі напрями. Наукова мова ускладнилася, вчені все менше чують одне одного, заглиблюючись у свої спеціалізації. Проте зараз уже ми розуміємо, що весь світ живої і неживої природи підкоряється одним закономірностям: від розвитку колоній бактерій до розподілення небесних тіл у космічному просторі. Це розуміння дозволяє нам побачити більш цілісну картину світу, відкрити взаємозв'язок розрізнених, здавалося б об'єктів, зрозуміти причинно-наслідкові зв'язки.

Безсумнівно, комплексним повинен бути підхід і до здоров'я людини. Вузька спеціалізація лікарів часто не дозволяє лікувати людину як єдиний організм. Але людина має більш складну будову: те, що видиме оку – тіло й енергетичну конструкцію, яка не видима звичайним зором. Знаючи про енергетичну конструкцію, про її взаємозв'язки з тілом, ми зможемо знайти цілісний підхід до профілактики і лікування, розкрити невикористаний потенціал. Простий приклад: відомий усім ефект «плацебо» заснований на силі віри самої людини. Іншими словами, просто перемкнувши увагу з негативу на думки про одужання, людина змінює налаштування свого організму.

«Загальновідомий могутній вплив психіки хворого на перебіг хвороби. Стан духу хворого, його довіра або недовіра лікарю, глибина його віри і надії на зцілення або, навпаки, психічна депресія, викликана необережними розмовами лікарів у присутності хворого про серйозність його хвороби, глибоко визначає результат хвороби. Психотерапія, що полягає у словесному, вірніше, у духовному впливі лікаря на хворого – загальновизнаний метод, який часто дає прекрасні результати лікування багатьох хвороб».

«Дух, душа і тіло» Святитель Лука Войно-Ясенецький, лікар-хірург, професор

Сила думки – це своєрідний поштовх до реалізації визначеної людиною програми, наслідки якої відображаються на її духовному і фізичному здоров'ї.

«Сенсей-IV» А. Нових

Висновок

Стає очевидним, що фрактальність властива всій живій і неживій природі, у тому числі і тілу людини, як частині матеріального світу. Тобто весь світ матерії підпорядкований єдиним законам. За ними він живе, розвивається, перетворюється. Це як прописана програма.

Наприклад, Молекула ДНК (або РНК у вірусів) несе у собі код – програму, згідно з якою відбувається розвиток і функціонування живого організму. Одна маленька молекула задає складне розмаїття форм і життєдіяльності! При цьому одна лише клітина, за властивістю голограми, містить інформацію про весь організм в цілому.

З цього можна зробити висновок, що все функціонує як єдина програма. А наявність програми передбачає наявність програміста, тобто того, хто її прописав.

І жодна матеріальна істота чи об'єкт не може вийти за рамки цієї системи або матриці.

Людина вигідно відрізняється від усього тваринного світу тим, що в ній є духовна складова: Душа і Особистість.

Ще зовсім нещодавно, кажучи «людина» малося на увазі лише фізичне тіло. Тепер багато вчених погоджуються, що людина – це набагато складніша система. Просто помістити людину у таблицю біологічних видів було недостатньо, оскільки цим обмежується процес самопізнання. Споконвічні

знання дозволяють говорити про людину, як про духовну істоту. Пізнання духовної природи відкриває прекрасні можливості для кожної людини і для суспільства в цілому.

Адже коли людина не знає про свою двоїсту природу і можливості вибору між двома початками, то нею дуже легко стає керувати. Від народження мозок людини налаштований на хвилю тваринного початку і відповідно людина у своєму житті керується інстинктами. А значить підпадає під вплив системи тваринного розуму, і відповідно, у цей момент не відрізняється від мурашки, яка підпорядкована спільному розуму мурашника і виконує виключно свою функцію. Але якщо мурашка в мурашнику володіє досить високим інтелектом, то в людини, яка знаходиться на хвилі тваринного початку, у натовпі таких же як і вона, свідомість взагалі звужена до точки простих інстинктивних бажань та емоцій. Адже цілі для людини, яка знаходиться у стані тварини, система визначає не благотворчі (як припустимо для мурашки), а навпаки – руйнівні. Величезне виділення руйнівних емоцій, неусвідомлені вчинки, найчастіше вкрай деструктивні для неї та оточуючих. Ціль – енергія, яку в достатку виділяє людина і, знаходячись у такому стані, вона повністю керована. Для того, щоб не бути деструктивною «мурашкою» у мережі системи тваринного розуму, важливо, щоб людина була справжньою людиною, а значить керувалася у своїх думках і ділах своїм Духовним початком.

У цьому і полягає унікальність людини. На відміну від тварин, які живуть чітко за програмами матеріального світу – домінація, боротьба за виживання, розмноження і так далі. Людина, завдяки своїй Духовній природі та обираючи її, прагне до благотворення, безкорисливої дії, об'єднання, Любові. Саме Духовна природа і підносить її над усім тваринним світом!

У третій частині ми розповімо про те, яке відображення в архітектурі, орнаментах, живопису, музиці знайшли знання про фрактали як наших предків, так і сучасників.

<https://alltravesti.com/ua/fraktaly-v-prirode-mir-vokrug-nas-chast-2>

Репозитарій ХДАДМ

ФРАКТАЛИ В ПРИРОДІ. СВІТ НАВКОЛО НАС.

Тема 3. БАЗОВІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ФРАКТАЛІВ, ІНТЕРФЕЙС MANDELBULB 3D.

Лекція 3.

План

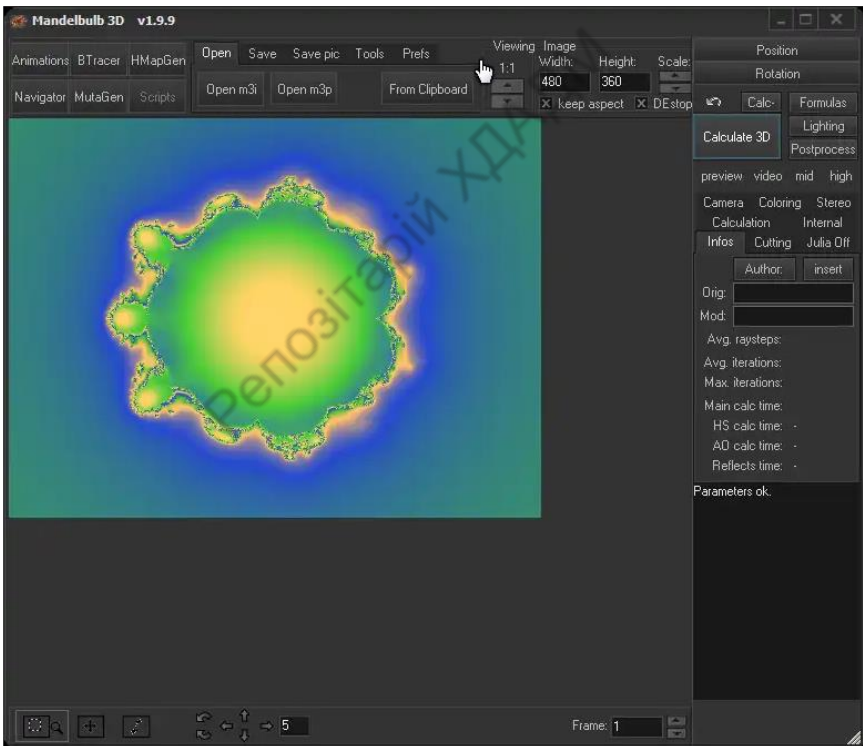
1. Mandelbulb 3D

2. Інтерфейс mandelbulb 3D.

Mandelbulb 3D – це програма для моделювання об'ємних 3D фракталів.

Опис програми версії 1.9.9 якщо ви завантажили іншу версію - вікна будуть відрізнятися (і кількість формул теж).

Програма безкоштовна і розряджено-насичена.



Версія 1.9.9

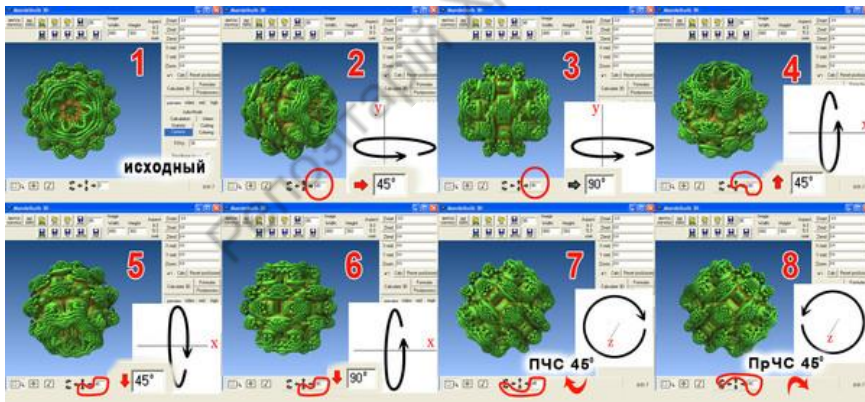
Ось так виглядає сама програма під час її завантаження.

Давайте розберемося інтерфейсом Mandelbulb 3D

Кнопки навігації та масштабування: (дивись мал.3) ці три кнопки в лівому нижньому кутку вікна програми - масштабування та навігація.



1. Кнопка масштабування, клацання правою кнопкою на зображенні збільшує його з коефіцієнтом 1,4. Права кнопка – зменшує зображення. Ви також можете виділяти області на зображенні, щоб збільшити їх (але не завжди збільшує точно так як треба).
2. Кнопка для зміни зображення у горизонтальному та вертикальному напрямках (схопили та потягнули).
3. Кнопка навігації зображення в напрямку Z, наближення і видалення.



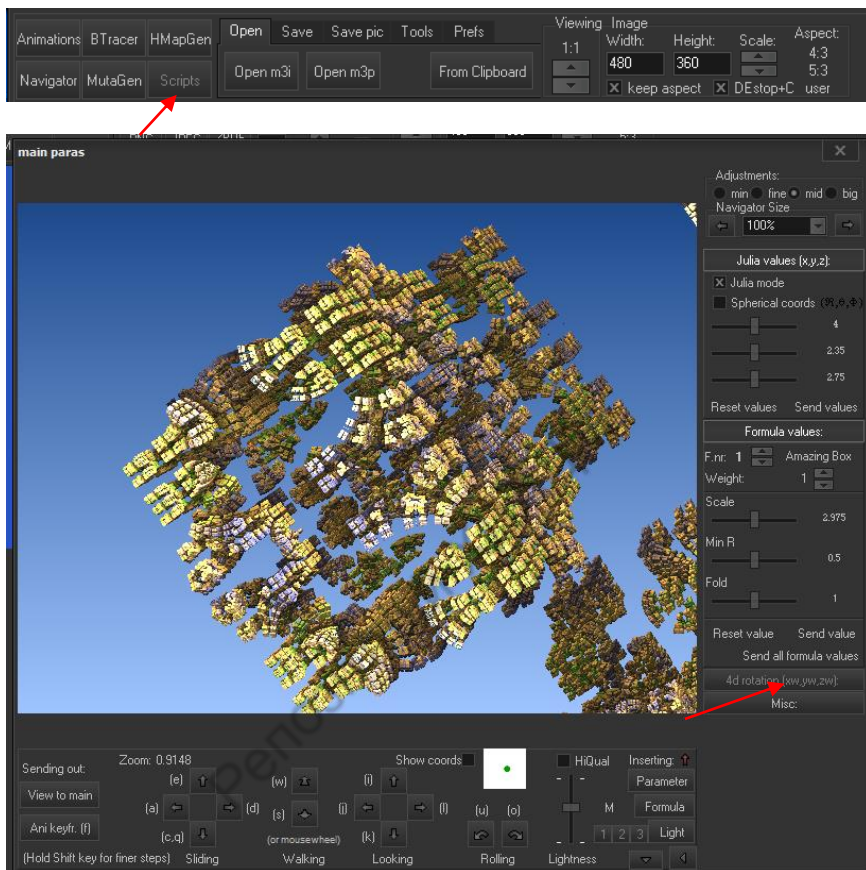
Версія 18.7

Насамперед – корисна кнопка, яка повертає будь-який фрактал у його ВИХІДНЕ (до всіх трансформацій) положення – Reset poz&zoom. А просто відстебнути крок назад — поряд стрілочка.

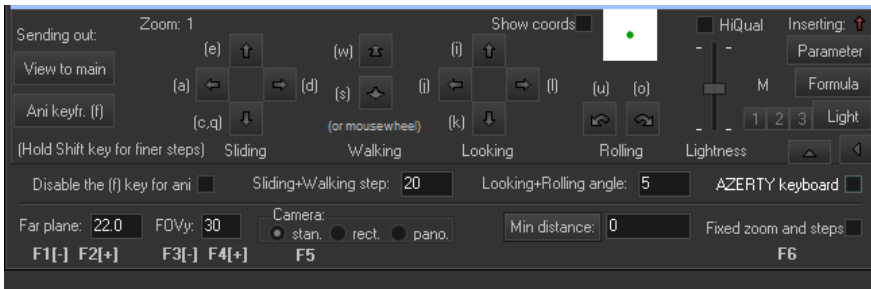
Картинка є ВИХІДНОЇ для кроків 2,3,4,5,6.

А для кроків 7 і 8 ВИХІДНА картинка - 6.

Верхня панель, йдемо по порядку зліва направо:
Вікно навігатор. Navigator



Дві «прокатні» кнопки пояснюються самі собою. Вони обертають зображення за або проти годинникової стрілки. Ви можете встановити кількість градусів, на яку він буде обертатися, якщо натиснути маленьку стрілку вниз у нижньому правому куті. (Відкриває додаткові налаштування):



4 кнопки, які виглядають, якраз і є такими: наприклад, якщо ви клацнете один раз праворуч, ви ніби повертаєте голову трохи праворуч і дивитесь в цьому напрямку. Те саме зліва, вгору та вниз. На який градус ви повертаєте голову, також визначається «Кут огляду+повороту» в нижніх налаштуваннях.

Потім є дві рухливі кнопки, які є типовою функцією використання коліщатка миші. За замовчуванням їх використання наближає або віддаляє фрактал (якщо наблизитися, ви побачите більше деталей). Але якщо ви позначили «Фіксований масштаб і кроки» (також у вікні, яке спливає, коли клацнете нижню праву стрілку), ви просто наближаєтесь до нього. Таким чином, якщо ви підходите занадто близько, ви починаєте ходити крізь фрактал. Спробуйте самі зрозуміти, що я маю на увазі.

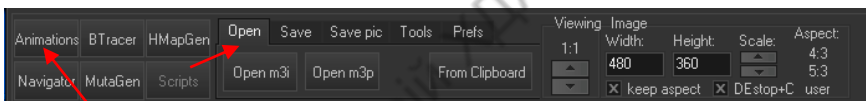
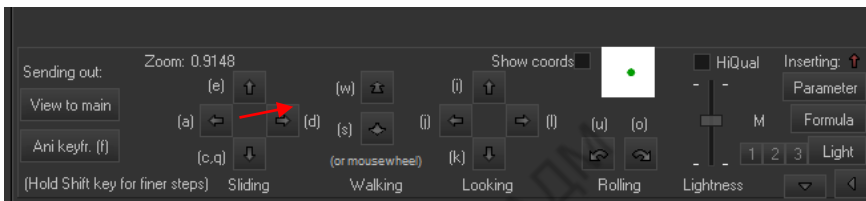
Однак бувають проблеми з цими двома маленькими кнопками... Особливо під час використання коліщатка миші, де збільшення змінює набагато більше параметрів, ніж масштабування. Іноді його поведінка є неочікуваною, і в більшості випадків. Найкраще, що можна зробити, коли ви заблукаєте в зумі з великою кількістю неба та пікселізації, це натиснути кнопку «Parameter». Це завантажить оригінальні налаштування, які повинні повернути вас до повнорозмірної лампи.

Потім 4 кнопки «Ковзання»: найкраще, що я можу зробити, щоб пояснити це наразі, це сказати, що це ніби ви крокуєте вбік і трохи повертаєтесь, у якому б напрямку ви не натиснули. Ви помітите, що натискання на них змінює масштаб. На мій погляд, найкраще в них — це

використовувати їх із кнопками «View», щоб обертати фрактал і «озиратися за кути».

*** Примітка: у головному вікні є ці інструменти навігації, які можуть бути корисними (якщо трохи громіздкими), особливо під час першого завантаження вашого фракталу та його першого огляду.

Після змін у навігаторі, перше, що вам потрібно зробити, це натиснути кнопку «View to main» у верхньому лівому куті. Потім поверніться до головного вікна, переконайтеся, що ви вибрали «Попередній перегляд», і натисніть «Calculate 3D»



Animations - відкриває панель для анімації (точніше для нарізки купи файлів .btr з поступовою зміною з яких потім вже можна буде зібрати .gif файл).

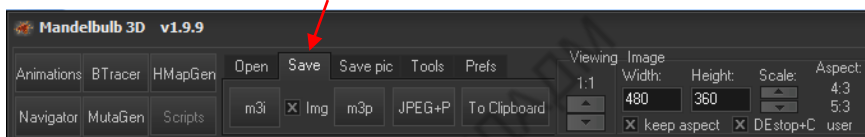
Три папки Open:

1. *Open m3i* - відкрити проект (спочатку треба ці проекти створити та зберігати)
2. *Open m3p* - відкрити параметр (у комплекті йде папка з кількома параметрами, якими ми й будемо вчитися)
3. *From Clipboard* - розібрати текстову формулу (але спочатку її необхідно зберегти в буфер: оскільки програма дозволяє відкривати себе одночасно кілька разів у різних вікнах, то перенесення з одного вікна до іншого вже створеного (можна шляхом буферизації - натискаємо на дискету збереження тексту в одному вікні, натискаємо папку відкриття тексту в іншому і вставляємо те, що хотіли перенести).

m3i: це формат файлу Mandelbulb. Завантаживши це, ваш фрактал буде завантажено точно так, як ви його

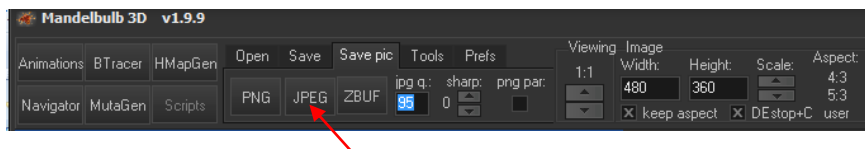
залишили. Але якщо ви збережете свій фрактал у цьому форматі, файл може бути великим. Наприклад наш файл був лише 1,3 Мб або близько того, але якщо ви візуалізуєте його в режимі «High» замість «Preview», очікуйте, що файл буде набагато більшим. Понад 100 Мб — це нормально. Дивіться збереження як m3r нижче.

m3r: це файл параметрів. Він точно такий же, як m3i, але значно менший. Він зберігає лише необхідну інформацію, необхідну для повторного відтворення фракталу. Коли ви завантажуєте його, вам потрібно натиснути «Calculate 3D», щоб повернути свій фрактал. Рекомендую зробити це зараз. Якщо хочете, збережіть свій фрактал у форматах m3r і m3i, а потім порівняйте два розміри файлів.



Save:

1. m3i - зберегти як проект
2. Img - зберегти як формулу
3. m3r - зберегти розширення файлів
4. JPEG+P - зберегти як .jpeg + параметри (власне зберігаємо зображення)
5. To Clipboard - копіювання у буфер обміну.



Зображення: Ви можете вибрати формат PNG, JPG, або ZBUF(bmp.). Використовуйте це лише тоді, коли ви на 100% задоволені тим, як виглядає ваш фрактал.

- 1.зберегти як .PNG(власне зберігаємо зображення)
- 2.зберегти як .JPEG (власне зберігаємо зображення)
- 3.зберегти як .ZBUF(bmp.) (власне зберігаємо зображення)

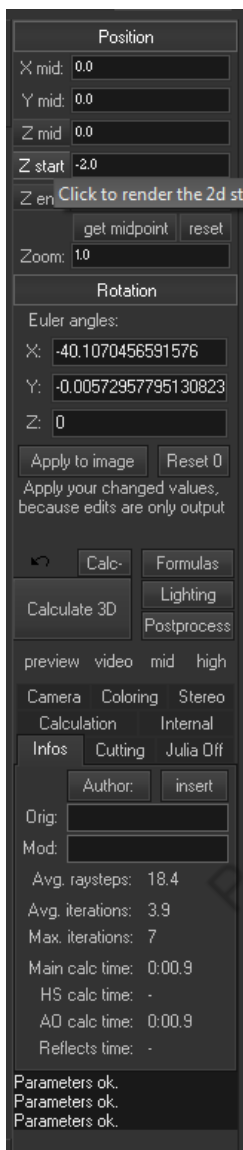
4. *Віконце з цифрою 95* - це роздільна здатність, що максимально дозволяє ставити 100 пікселів.

5. *Width x Height* - розмір зображення відповідно.

6. *Scale* - зображення можна дивитися у пропорції 1/1, 1/2, 1/3. (Якщо зображення дуже велике, то побачити його все можна як 1/3 це дуже зручно).

Права вкладки (колонка): 3D перегляд.

Репозитарій ХДАДМ



Position - розташування об'єкту.



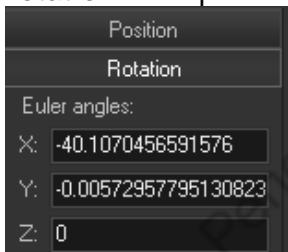
Zstart-становище визначає початок променів, які потрібно розрахувати

Zend-положення визначає де розрахунок закінчується

(Zstart, Zmid, Zend, Xmid, Ymid, Zoom - це всі координати положення фракталу, вони змінюються, коли ви користуєтеся лупою, їх можна самостійно змінювати.

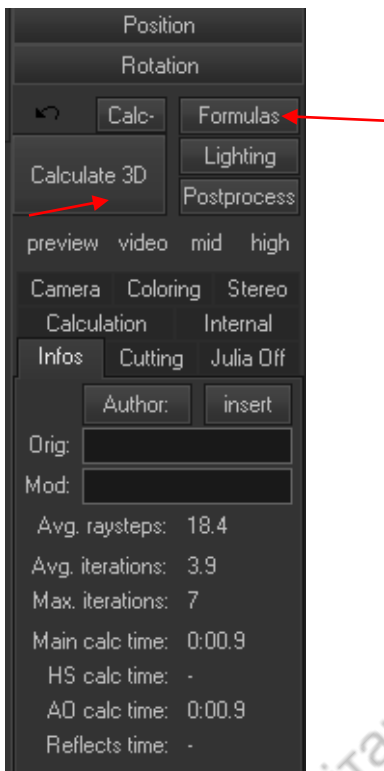
Zoom - це наближення (але іноді збільшення цього параметра зменшує кількість артефактів і збільшує кількість деталей).

Rotation – обертання об'єкта



Rotation – обертання об'єкта по осях X – зліва направо (зверху вниз), Y – знизу вгору (зліва направо) Z – від передньої до задньої частини по хелп-листу (навколо своєї осі).

Примітка: якщо робити обертання відразу по кількох осях - це може призвести до непередбачуваних переміщень.

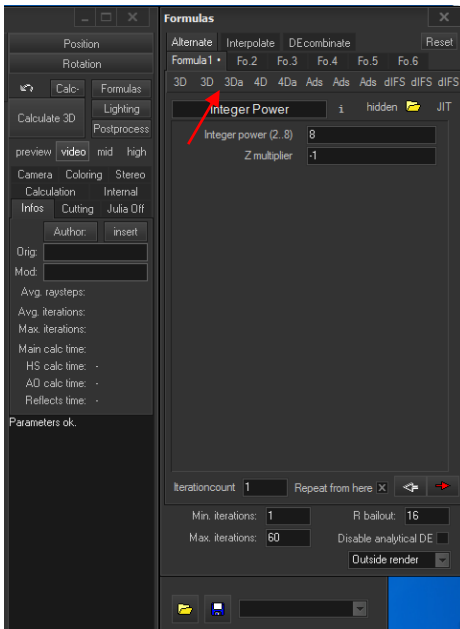


Кнопка *Calculate 3D* - її потрібно натискати щоразу, щоб побачити як виглядає фрактал в обсязі, тому що при будь-яких трансформаціях і модифікаціях фрактал стає плоским 2D.

Кнопки: *preview*, *video*, *mid*, *high* - дозволяють швидко перемикатися в різні розміри зображень, наприклад, працюємо спочатку в невеликому віконці *preview* або *mid*, для швидкості відображення змін, потім переключаємося в режим *high* і рендерим велике зображення, щоб якість була кращою, після повного відмальовування перемикаємося знову в режим *preview*, щоб віконце розкрилося в повну ширину і його можна зберігати як *.bmp* або *.jpeg*

Вкладки:

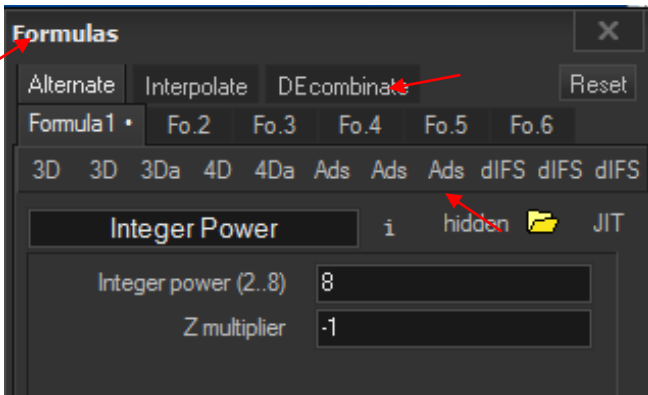
Formulas – Формула. (якщо його не видно, то воно знаходиться за вікном *Lighting*):



Вкладка: Formula: тут ми вибираємо формулу, з якою працюватимемо. У кожній формулі з'являється свій набір параметрів. Будьте готові в цьому випадку до більш повільного обчислення. Повноваження цілих чисел – швидший рендер.

Але так само, як і у двовимірних фракталів, можливості в 3D-сфері також безмежні.

Завдання полягає в тому, щоб знайти формули, які також є естетично привабливими. Звичайно, мені не під силу (наразі я вам кажу!) фактично придумати математичні формули. На щастя для нас, Джессі створив вкладку «Формули», у якій він запрограмував багато, багато різних формул із різних джерел:



Як бачите, можна використовувати до 6 формул. Це означає, що ви можете комбінувати різні математичні формули для створення нового, унікального тривимірного фракталу. Але перш ніж перейти до цього, дозвольте мені показати вам кілька прикладів окремих формул.

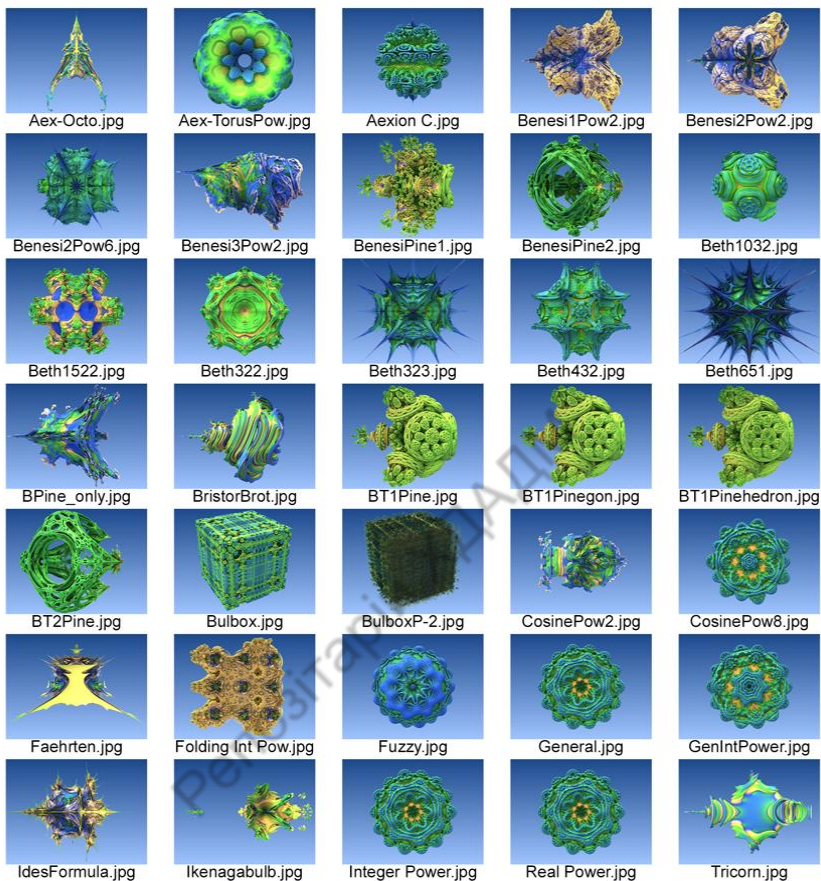
Як видно вище, формула за замовчуванням, яка завантажується для 3D Mandelbulb за замовчуванням, це «Ціла потужність». Зверніть увагу, що на вкладці «Formula1» є маленька чорна точка. Це означає, що він активний..

Щоб вибрати нову формулу, просто перетягніть курсор миші на одну з кнопок (3D, 3Da, 4D, 4Da або одну з додань) і виберіть варіант. Зауважте, що будь-яка назва формули, яка починається зі знака підкреслення (наприклад, _ptree_tess), є лише додатком і нічого не робитиме, якщо ви завантажите її саму. Вони призначені лише як модифікатори фактичних формул.

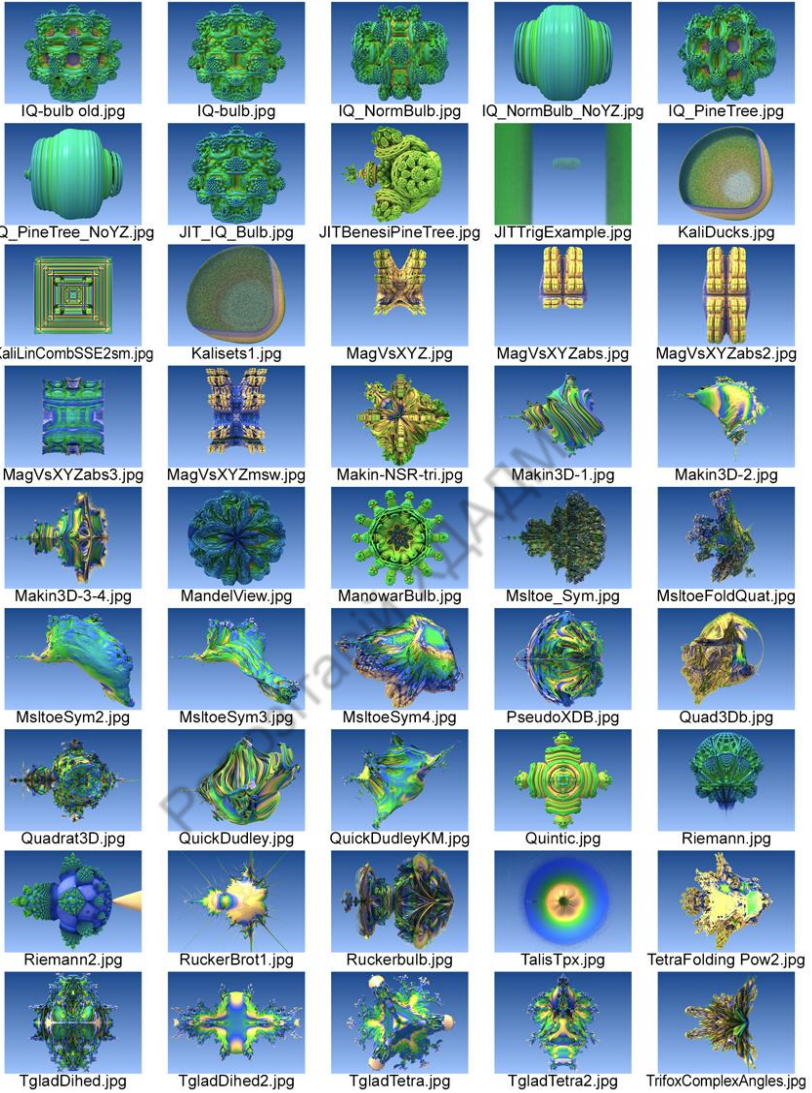
Підвантаження формул завантажені формули.

Mandelbulb 3D V1.9. формули.

Formulas 3D(1)



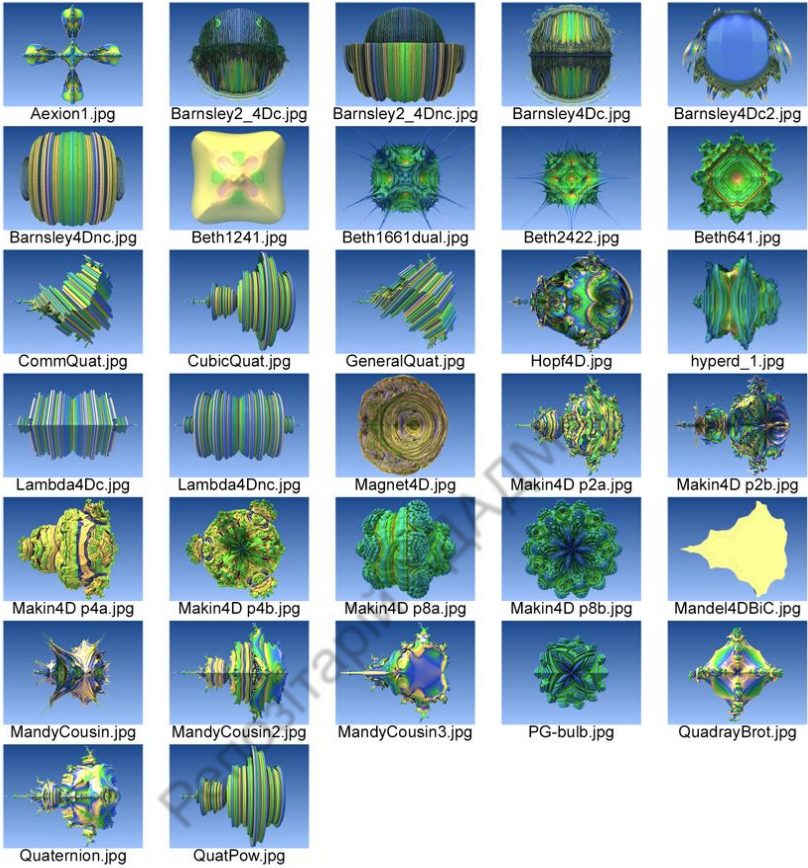
Formulas 3D(2)



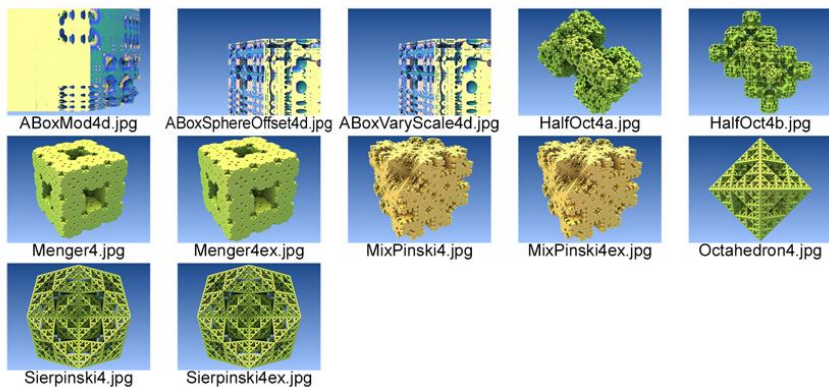
Formulas 3D



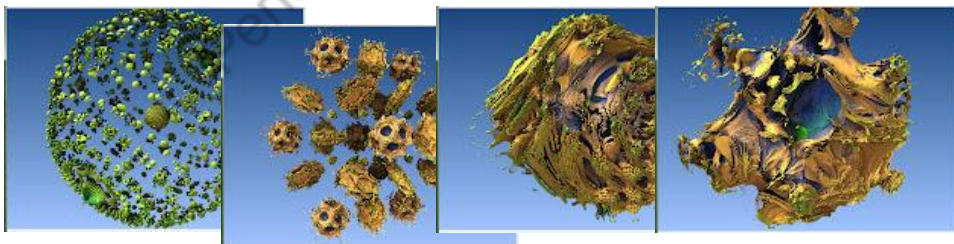
Formulas 4



Formulas 4D

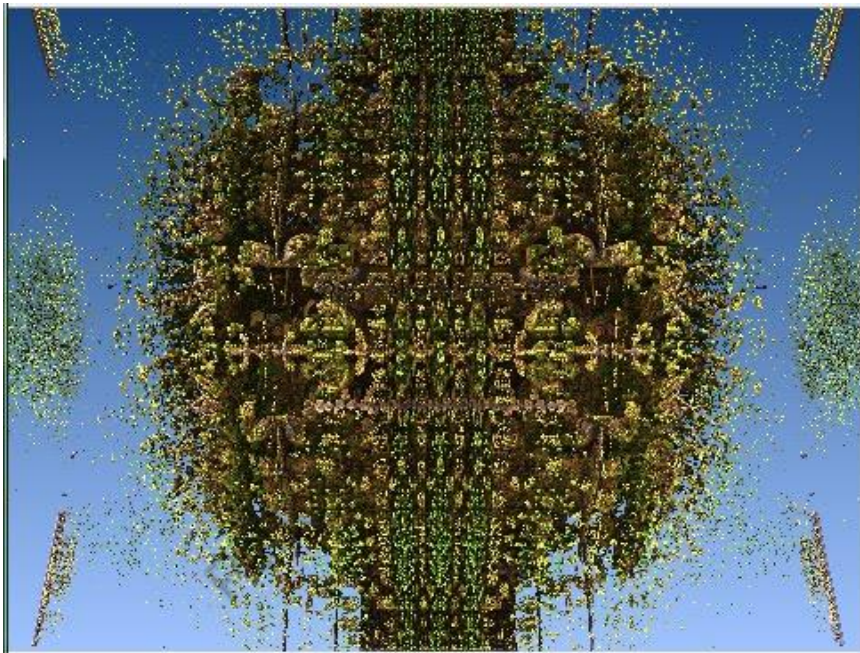


Звичайно, їх набагато більше. Але це лише початок з кількох причин: по-перше, ви можете створити гібридний фрактал, використовуючи дві або більше з цих формул. Щоб зробити це, просто перейдіть до наступної вкладки «Формула» в рядку (наприклад, «Fo.2») і виберіть іншу, а потім натисніть **Combinate 3D**, щоб побачити, що ви отримаєте. У деяких випадках вам може знадобитися збільшити або зменшити масштаб. Ось кілька прикладів формул гібридизації:



Mandelbulb з ABoxVaryScale з Beth1522
 ABoxVaryScale е з Beth1522 IQ-лампю CommQuat із CommQuat

Важливо пам'ятати, що те, що ви отримуєте піксельний шумний безлад, коли вперше пробуєте гібрид, не означає, що він марний. Дослідіть його трохи ;) ... Деякі справді скрізь просто шум, але з деякими, якщо ви пограєте в навігаційному вікні, можна знайти копальні скарбів красивих 3D фракталів. Одним із таких прикладів, як я знайшов, є поєднання «Vulbox» із надбудовою «AmazingBox» .. Ось що ви отримуєте:

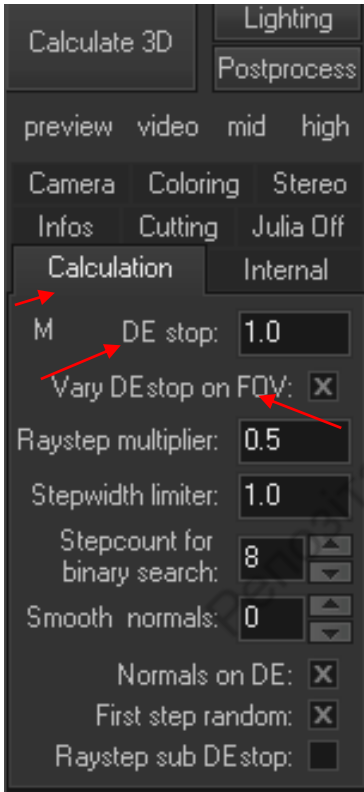


Тема 4. КОЛІР ТА СВІТ, ПРАКТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ MANDELBULB 3D

Лекція 4.

План

1. Колір та світ Mandelbulb 3D
2. Практичне моделювання mandelbulb 3D.



1. CALCULATION (Обчислення): (Головним чином усі зміни у цих параметрах мають ефект тільки, повторно обчислюючи тривимірну цибулину).

«M» кнопка:

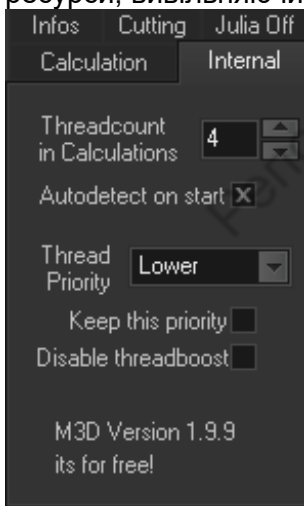
Ви можете змінити параметри для встановлення («попередній перегляд», «середина», «високо»).

Коли клацнув, вражає одну із заданих кнопок, щоб врятувати поточні цінності в рахунку обчислення плюс цінності для ширини зображення та зображення масштаб. Висота зображення автоматично обчислена, щоб зберегти формат зображення. Якщо ви клацали випадково, клацнути ще раз, щоб скасувати.

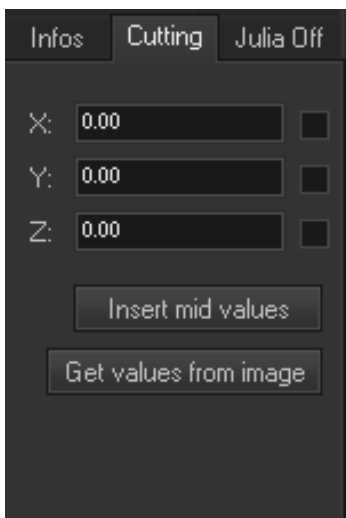
DE stop - цей параметр мабуть відповідає за закінчення (зупинення) прорахунку фракталу. (DE = Оцінка відстані). На зображенні видно, що відрізняються ці величини тільки при переході від прев'ю до середньої якості. Підвищення цієї величини у високій якості уповільнить орендеринг.

Vary DEstop на FOV — Замінити оцінку відстані на поле зору
За замовчуванням стоїть галочка, це дає більш високу точність прорахунку у віддалених областях не уповільнюючи час прорахунку (рендерінгу).

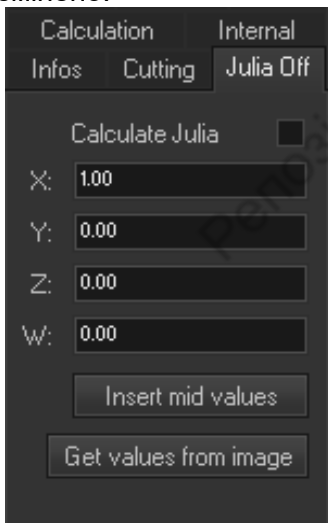
2. **INTERN**: тут параметри задаються автоматично, пов'язані вони з роботою вищого комп'ютера, наскільки продуктивно він працюватиме, тобто. за замовчуванням ця програма забирає всі доступні швидкісні ресурси або ви навмисне зменшуєте ці ресурси, вивільняючи їх для ще чогось.

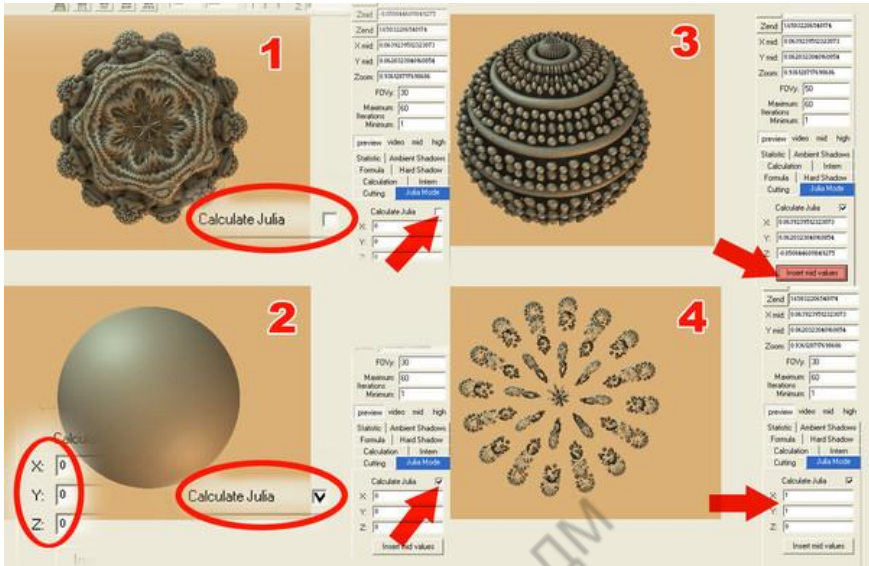


3. **CUTTING** (скорочення): натискайте заради інтересу на поля, тут можна відсікати частини по площинах.



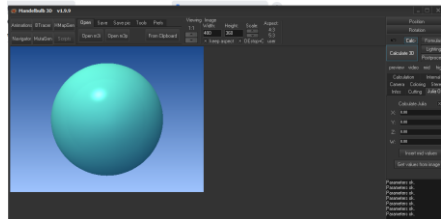
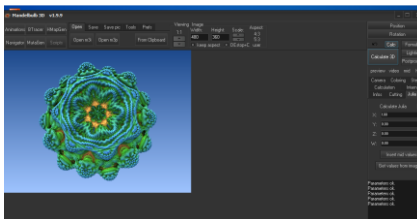
4. **JULIA MODE:** У цьому способі цінність, додана у формулі для x , y , z , збережена тим самим і тільки параметри початку змінено.

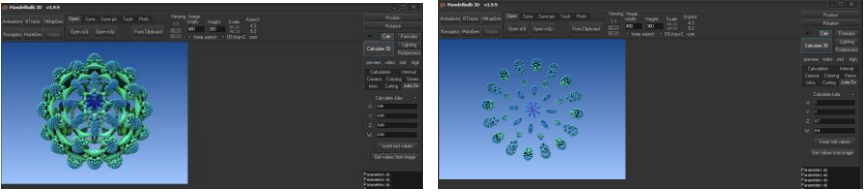




Версія 1.8.7

1. Якщо відкрити вкладку Julia Mode, то буде видно, що за замовчуванням ГАЛОЧКА НЕ ВАРТО, прорахунок деформації Джулія не робиться.
2. Якщо поставити НУЛІ по всіх трьох осях і поставити галочку, тобто попросити програму прорахувати фрактал, ми побачимо СФЕРУ.
3. Можна натиснути кнопку Insert mid Values – вставити середні значення – і програма вставить деякі числа... Натиснувши Calculate 3d, ми побачимо дію модифікатора Джулія.
4. Можна самому вставляти цифри у вікна по осях.





Приклад використання JULIA MODE формула зі списку: Benesi1Pow2.



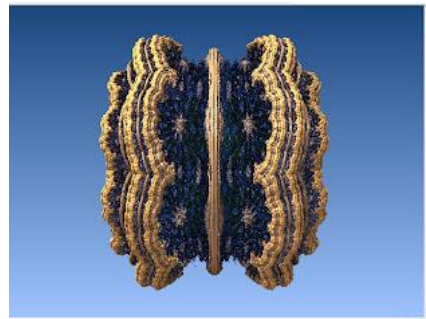
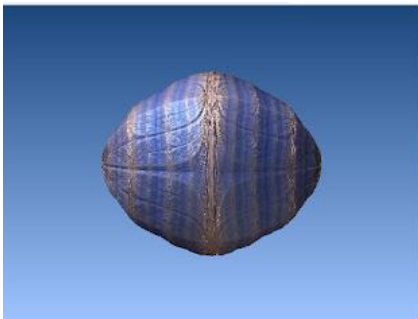
Потім ми просто натискаємо вкладку JULIA MODE, ставимо хрестик Calculate 3d (з $x=1$, решта 0) і натиснув кнопку «Обчислити 3D».



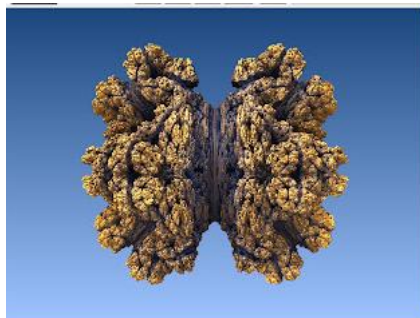
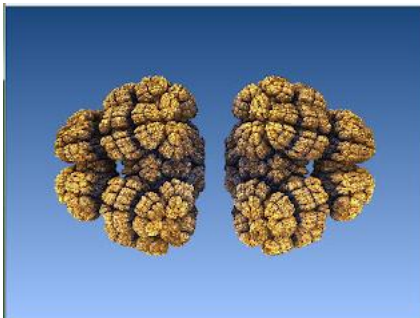
Але потім ми пограємось з координатами x , y та z , і ось що ми можемо отримати:



Benesi1Pow2Julia $x=0,1$ $y=0,4$ Benesi1Pow2Julia $x=0$ $y=1$ $z=0$
 $z=0,2$



Benesi1Pow2Julia $x=-0,2$ $y=-0,1$ $z=0$ Benesi1Pow2Julia $x=0,5$ $y=0,5$ $z=0,5$

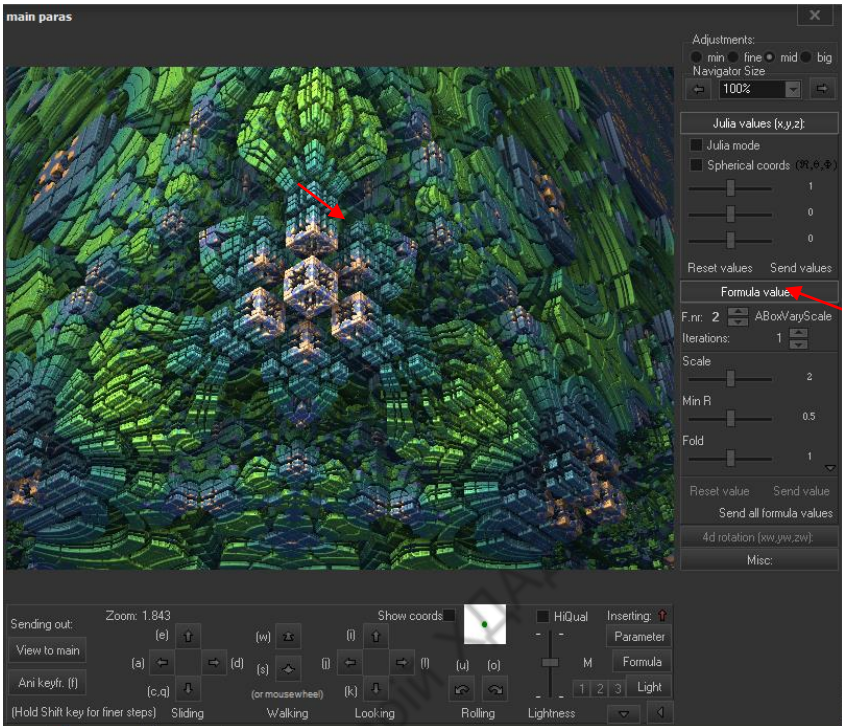


Benesi1Pow2Julia $x=-1$ $y=0,8$ $z=-0,4$ Джулія $x=0$ $y=0$ $z=1$

Як ви можете бачити, багато варіацій можливі лише за допомогою однієї формули. І якщо ви наблизили JULIA MODE досить глибоко, ви можете спробувати лише трохи налаштувати один із параметрів x , y або z , щоб побачити, що зміниться.

Панель налаштування параметрів формули

Наприклад вам потрібно вносити невеликі коригування між вкладкою формули та візуалізацією, намагаючись знайти щось, що виглядає цікавий/унікальний.



Панель налаштування параметрів

Щоб знайти його, вам потрібно відкрити навігатор і натиснути на маленьку стрілочку в нижньому правому кутку.

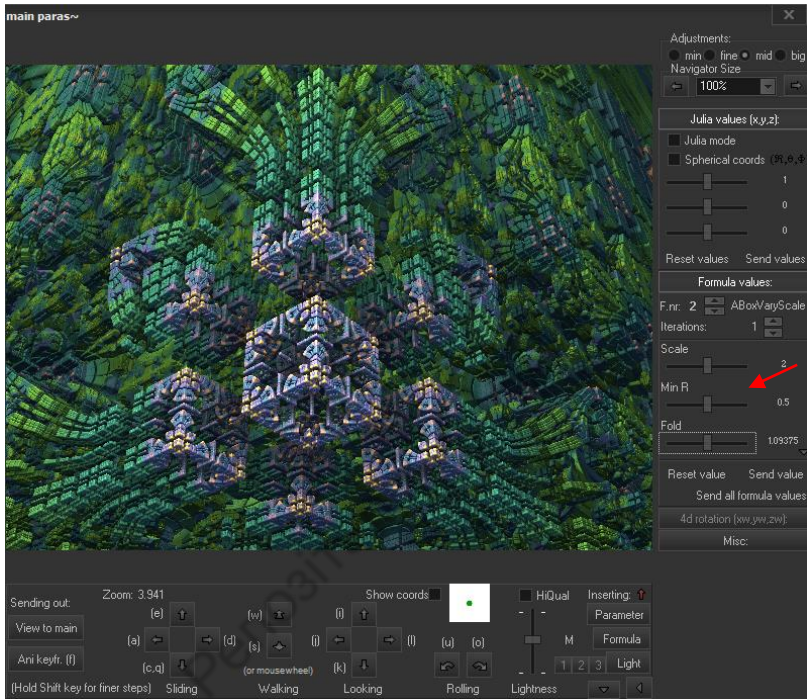
Отже, для цілей цієї сторінки ми вибрали усіма улюблений **AmazingBox** як Формулу 1. І ми спробували кілька, перш ніж зупинитися на **ABoxVeryScale** для Формули 2. Те, що ви бачите на зображенні вище, це один кут AmazingBox без будь-яких коригувань. Як ви можете бачити там, праворуч, де я підкреслив червоним, ви можете вибрати, з якою формулою працювати. **F. nr.** це "Номер формули", і ми маємо його у Формулі 2, **ABoxVaryScale**.

Ви також помітаєте параметри «min», «fine», «mid» і «big» прямо вгорі. Це надзвичайно корисно, оскільки вони визначають, наскільки зміниться параметр, коли ви пересуваєте ваги вліво або вправо. Це добре, тому що в

більшості випадків зміни дуже малих чисел можуть мати великий вплив на ваш фрактал.

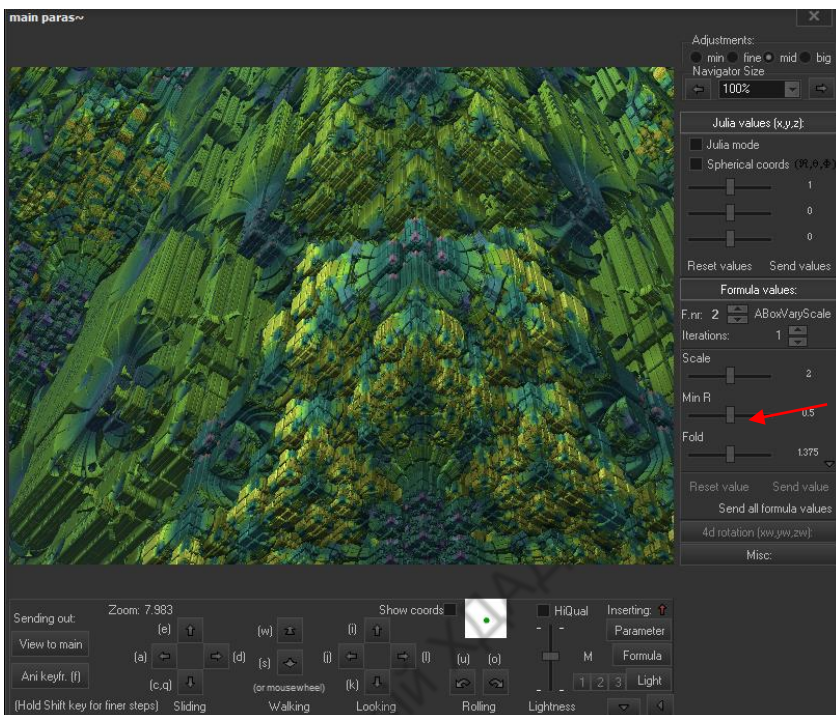
І оскільки ви вже перебуваєте в навігаторі, ви побачите коригування, що впливають на фрактали.

З опцією «*min*» зміни були надто непомітними, тому я почав із «*fine*» на параметрі *Fold* :



Точне налаштування

Зверніть увагу, що значення параметра збільшується лише на 0,09375, але зображення помітно змінилося. Ви побачите, що коли ви відпускаєте кнопку миші після перетягування, шкала масштабу повертається до центру. Потім ви можете налаштувати далі, наприклад:



Точне налаштування 02

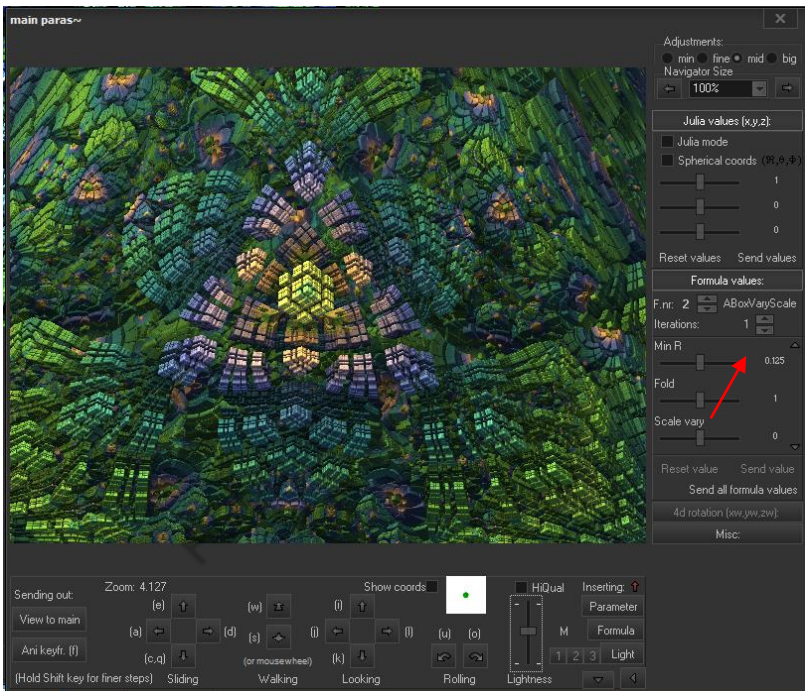
Інші важливі моменти, на які слід звернути увагу: кнопка **Reset value** (Скинути значення). Він робить те, що каже: скидає значення параметра, яке ви останнє налаштували, до значення, знайденого на вкладці **Formula** головної програми Mandelbulb3D. З іншого боку, якщо ви натиснете кнопку **Send value** (Надіслати значення), воно приймає будь-яке поточне значення параметра та надсилає його на вкладку **Formula**, щоб потім кнопка **Reset value** повернула значення до того, яке ви надіслали. до основної програми, а не значення формули default (за замовчуванням).

Інша чудова річ тут – це вкладка **Julia values (x,y,z)** у верхній частині. Відкрийте це, і ви зможете попередньо переглянути поточні формули, як вони виглядатимуть у режимі **Julia**, а також налаштувати значення x , y та z , щоб знайти щось цікаве, і все це перед рендерингом. І, звісно, як тільки ви знайдете

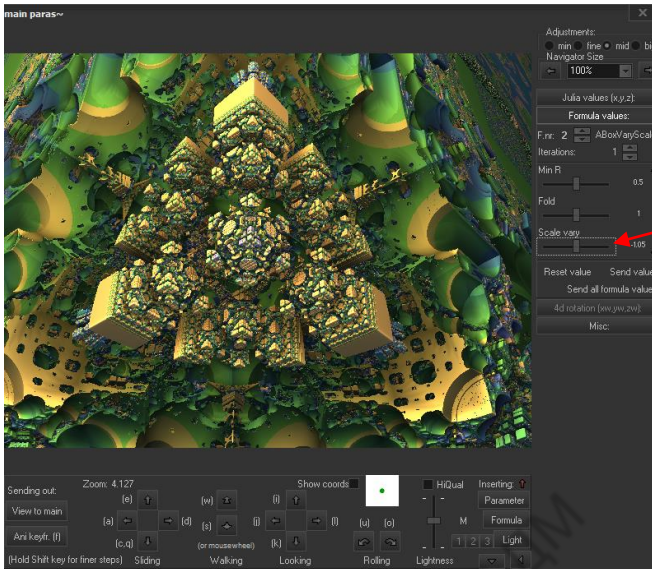
своє рішення, ви натискаєте кнопку View to main внизу ліворуч і «Calculate 3D» у головній програмі.

Вкладку «Divers:» Глобальні параметри, які впливають на всі формули, наприклад Dynamic Fog, DEstop і Max Iterations. Коригування, які ви можете спостерігати, змінюючи значення.

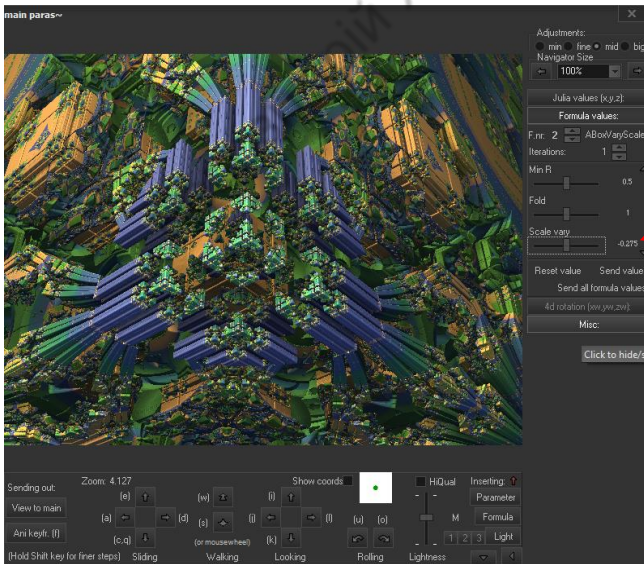
Для подальшої демонстрації ось ще кілька зображень із пояснювальними підписами (я скидаю значення щоразу перед наступною зміною):



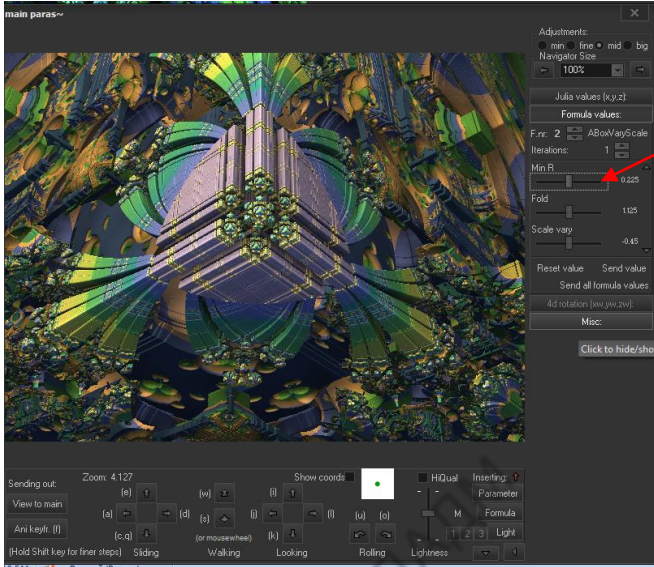
Точне налаштування параметра "Min R" до 0,125



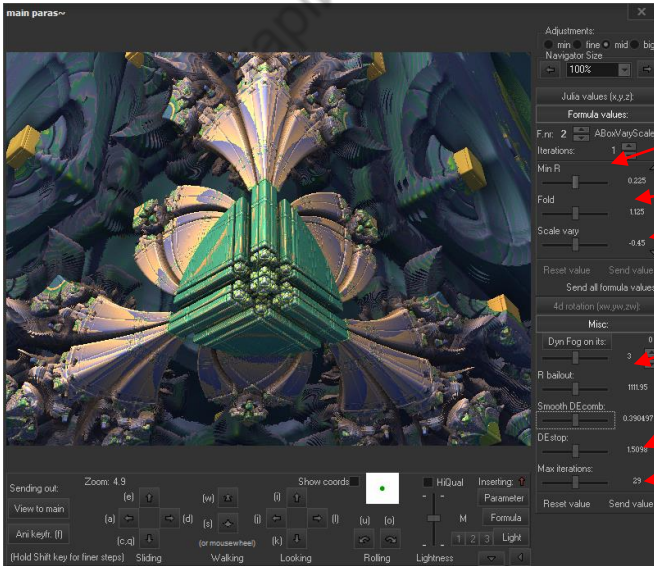
Середнє налаштування параметра « Scale vary» до -1,05



Середнє налаштування параметра "Scale vary" до -0,275

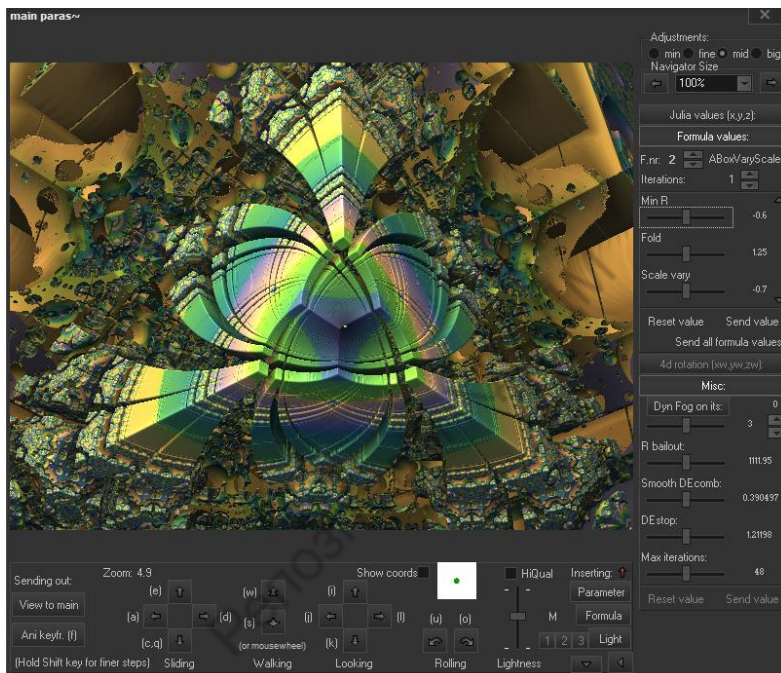


Середнє коригування параметра "MinR" до 0,225



Багато змін різних параметрів.

Ви також повинні пам'ятати, що я маніпулював самим зовнішнім кутом усієї дивовижної коробки. Якщо ви почнете збільшувати масштаб і відкривати в ньому пейзажі, то навіть «мінімальні» коригування призведуть до великих змін. У цьому масштабі найменші цифри мають велике значення.



Куточок AmazingBox HD з налаштуваннями ABoxVaryScale і зміною кольору.

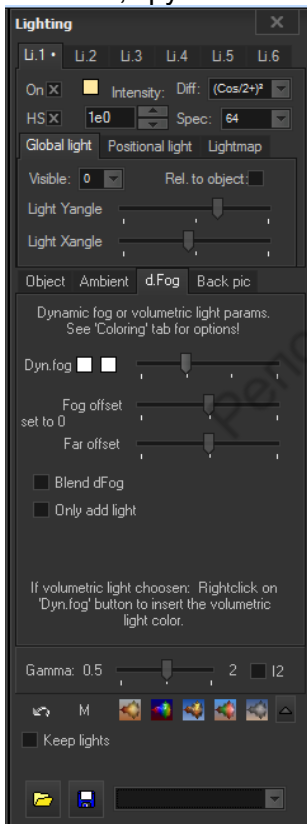
Тема 4. КОЛІР ТА СВІТ», «ПРАКТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ MANDELBULB 3D

Лекція 4.

План

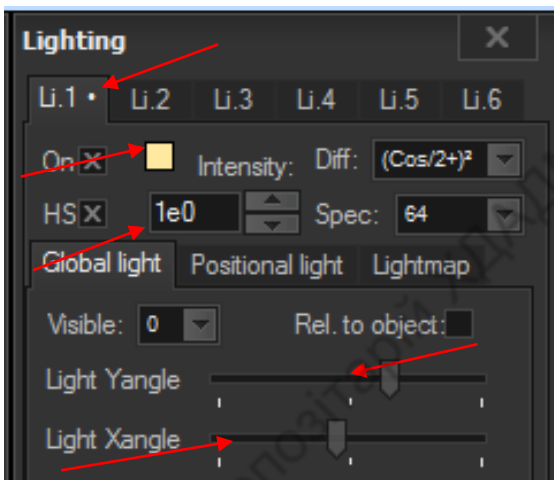
1. Колір *Mandelbulb 3D*
2. Світ *Mandelbulb 3D*
3. Різання *Mandelbulb 3D*
4. Множетель фракталів *Mandelbulb 3D*

Вікно Lighting – Окрема вкладка керування освітленням. Решту тиснемо, крутимо і спостерігаємо за змінами.



Перше, на що ви повинні звернути увагу, це ті маленькі вкладки Li 1, Li 2, Li 3 тощо вгорі. Кожну вкладку можна ввімкнути або вимкнути за допомогою маленького прапорця під «Li 1» ... Кожна вкладка Lighting може бути глобальною або позиційною, і ви можете змінити колір світла за допомогою маленької кнопки під on /off прапорець.

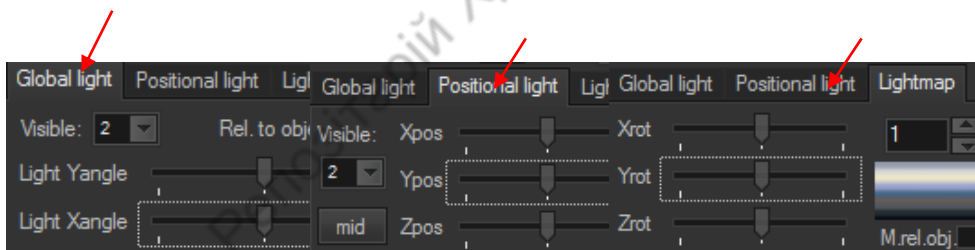
Однак зазвичай виставляють освітлення після того, як пограю з кольорами фактичного фракталу. Для цього вам потрібен розібратися з кольорами, який ви можете побачити нище, із вкладками Object colours, Ambient.



- Можливість задати 6 різні джерела освітлення
- Керування кольором джерела освітлення (одне клацання лівою кнопкою миші – виклик колірної панелі)
- Насиченість світла
- Кут падіння світла щодо осі Y Ви можете налаштувати, як світло падає на фрактал
- Кут падіння світла щодо осі X Ви можете налаштувати, як світло падає на фрактал



- Gamma - можливість освітлити всю сцену цілком
- Готові колірні моделі - назви видно при наведенні миші
- Можливість **ЗБЕРЕГТИ** (дискета) світло-кольорові налаштування, що сподобалися, і потім **ВІДКРИТИ** їх (папка)



Вкладка управління параметрами **Global Light** (Глобальне освітлення)

Ви можете налаштувати, як світло падає на фрактал, за допомогою ковзаючих смужок під кутами x та y .

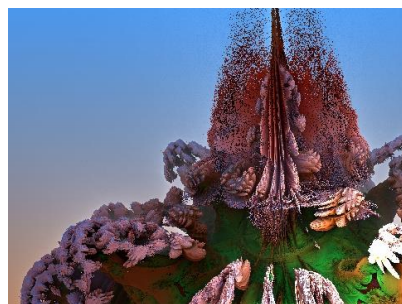
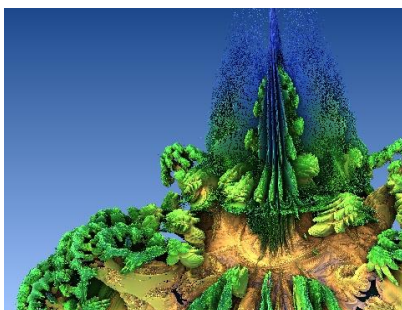
Спочатку потрібно поставити галочку «On».

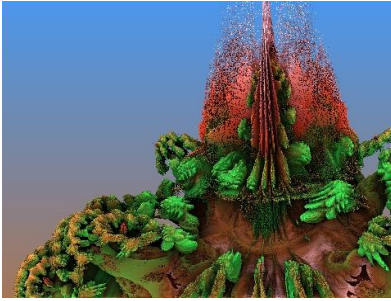
На екрані з'явиться гарний яскравий індикатор. Наступне, що потрібно зробити, це розташувати його десь. Ви можете почати, натиснувши кнопку «mid», а потім клацнувши десь на зображенні. Потім використовуйте висувні виступи X -, Y - та Z -позицій, щоб розташувати його точніше. Збільшуйте та

зменшуйте яскравість світла за допомогою двох стрілок трохи нижче «Amount».

І, звичайно, ви можете змінити його колір за допомогою кнопки під прапорцем «On».

На зображенні, зображення виглядає так, ніби всередині «коріння» дерев є три білі вогні, які освітлюють їх знизу та зсередини. Тож ми увімкнули Li3, Li4 та Li5, зробив їх позиційними, перемістив їх за допомогою ковзних смуг x, y та zpos, значно зменшив туман, а також відрегулював кути x та y двох глобальних вогнів. (Li1 і Li2), щоб отримати це зображення:

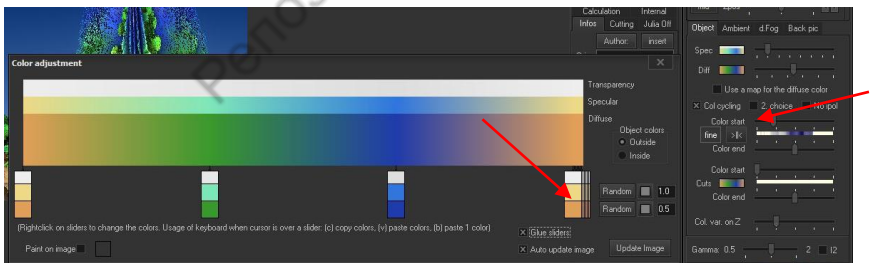




Це зроблено таким шляхом як: вимкнувши три позиційні індикатори (Li3, Li4 і Li5), налаштувавши кольори «Amb» і «Depth» і положення ковзної смуги під вкладкою навколишнього середовища.

Вкладка управління параметрами Positional light

- **Вкладка** управління Positional light (Позиційне світло)
Ви можете налаштувати, як світло падає на фрактал, за допомогою ковзаючих смужок під кутами x та y.
- **Вкладка** управління світлова карта

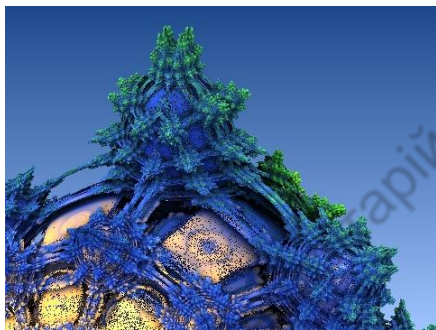


Вкладка управління Object colours (колірність) об'єкта (фрактала)

- Сила відблиску
- Сила власного кольору

Приклад: Ми змінили кольори «Diff» (дифузний) (натиснувши на кольорову кнопку), щоб надати кращого вигляду моїй лісовій зоні. Ми спробували отримати більш природний зелений колір і дали деревам червоні плоди. Також нанесли трохи синього на землю, щоб створити відчуття, ніби дерева ростуть із водного джерела. Ми також змістили дифузну кольірну смугу трохи праворуч, зробивши всю сцену світлішою, а срес (дзеркову) кольорову смугу до кінця ліворуч, тому що це додало більш плавного вигляду.

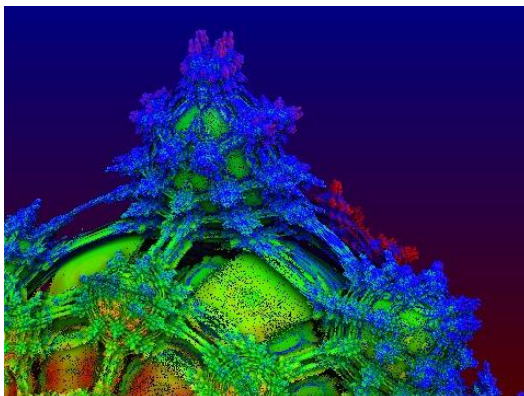
Зміна дзеркальних кольорів, до речі, не завжди може викликати очевидні зміни, але все одно може дуже добре вплинути на ваше зображення, надавши йому відчуття глибини. Щоб проекспериментувати з ним, може бути корисним завантажити попередні налаштування сірого кольору, розташовані в нижньому правому куті.



Тож тепер ви граєте з кольорами у вибраній області, поки не знайдете те, що вам подобається.

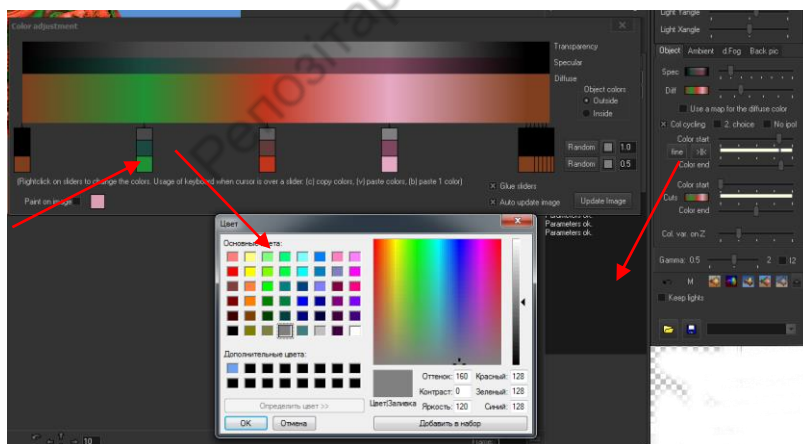
Далі ви можете пограємося з різними маленькими кнопками та повзунками. Спробуйте пересунути 4 повзунки «col. start» і «col. end», але результати будуть не надто вражаючими. Проекспериментуйте зі своїм власним фото, щоб все побачити.

Але набагато цікавіші зміни кольору відбуваються, коли ви пересуваєте панель «Col. var. on Z». Пройшовши з нею до кінця, ми отримав набагато більш психоделічний, фруктово-тутовий ліс:



Під ковзною смугою «Col. var. on Z» є ковзаюча смуга Gamma, яка не потребує пояснень, але просто спробуйте. Нічого особливого, просто затемнює або трохи освітлює речі.

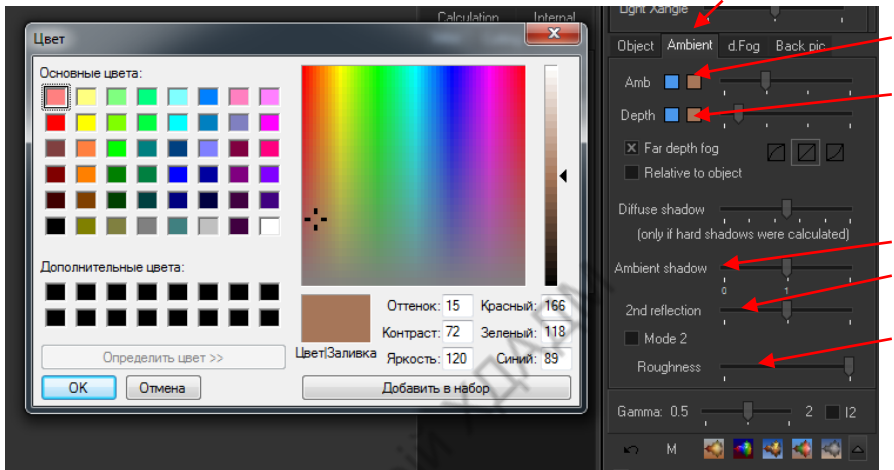
Під нею є зручна кнопка скасування (якщо ви клацнете її правою кнопкою миші, це повторить), а прямо внизу, якщо вам з якоїсь причини особливо подобається налаштування кольору або ви хочете зберегти його для набору тематичних творів мистецтва.



Можливість змінити кольори відблиску та кольору самого об'єкта – клацання на

Іконка градієнта розкриває діалогову палітру, на якій можна рухати повзунки

- Натискання правою кнопкою миші на верхній або нижній зразок кольору викликає колірну палітру, так можна змінити кольори відблисків та власний колір фракталу.
- Кнопка Random – випадковий вибір заміни всього градієнта



Вкладка Ambient – керування кольором тіней, кольором ФОНУ та видимістю у глибину

- Можливість змінювати кольори та силу власних тіней об'єкта
- Можливість змінювати фоновий градієнт та прозорість віддалених частин

Dyn.fog - Динамічний туман - свічення навколо об'єкта, його колір і сила

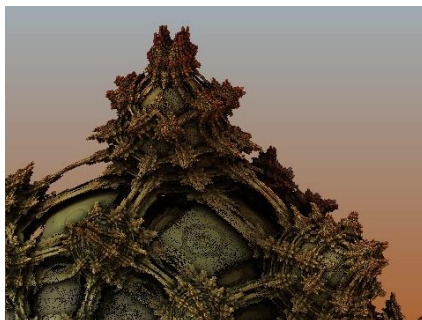
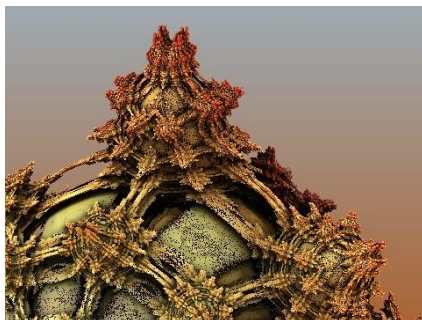
- Зміщення туману (розкид)
- Зміщення вдалині
- Висвітлення та затемнення тіней на об'єкті

Кольори та повзунок «Amb» впливають на колір та інтенсивність усіх інших кольорів. Вони схожі на кольорові лінзи, через які ви дивитесь на своє зображення, а слайд регулює їхню яскравість. Посунення до кінця вліво фактично вимикає їх.

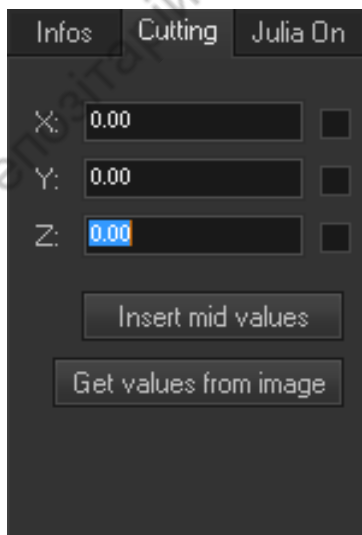
Кольори глибини та повзунок впливають на фоніві кольори навколишнього середовища. Перехід фону від одного вибраного кольору до іншого.

Зміщення туману зменшує або збільшує загальну туманність зображення.

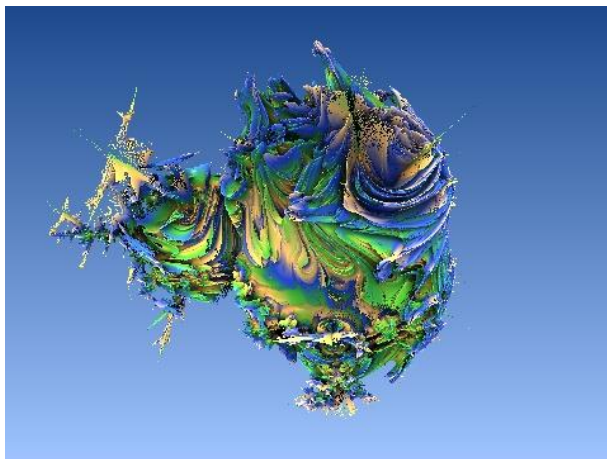
Далеке зміщення робить подібне, але починається далеко позаду фракталу.



Різання Mandelbulb 3D



Вкладка для різання



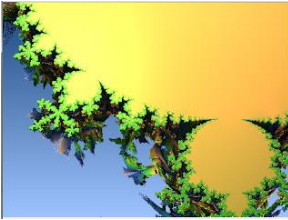
З набору 3D набір Мандельброта
Formul 4D - Makin4D p2b

Далі ми просто встановимо прапорець осі z (див. зображення
нище), залишив значення 0,00 і натиснув Calculate 3D: 3D

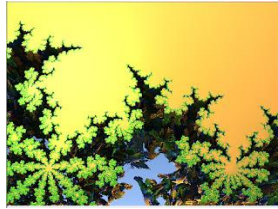


Тривимірний набір Мандельброта, розріз вздовж осі z під
кутом 0,00

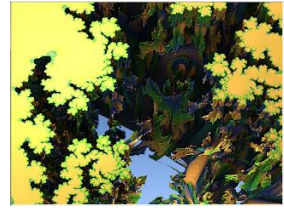
Запам'ятай це? Хіба це не красиво? Приємно в цьому те, що
ви можете збільшити масштаб цих маленьких куточків і тріщин,
деякі з яких насправді недоступні, коли ви намагаєтеся
переміщатися по всьому тривимірному фракталу в його повній
масі. Наприклад:



Збільшення 01

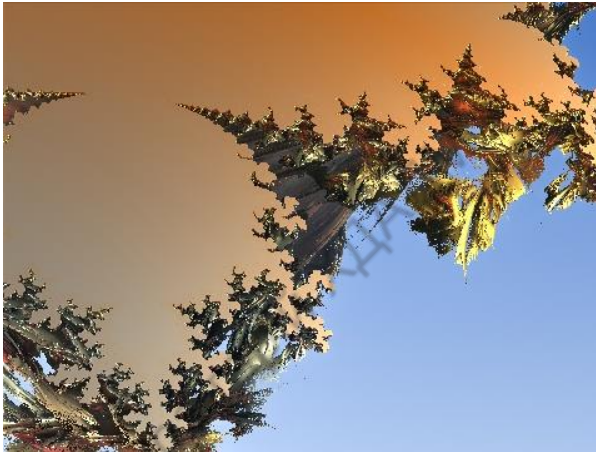


Збільшення 02



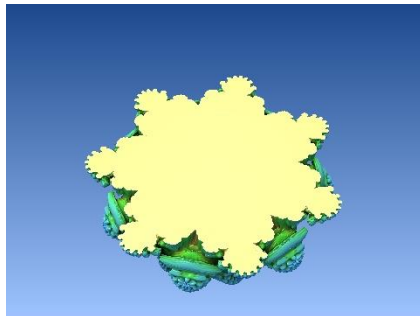
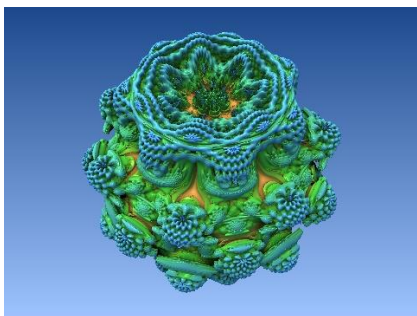
Збільшення 03

Тепер трохи змінюємо колір, щоб ми могли краще бачити, що там може відбуватися:



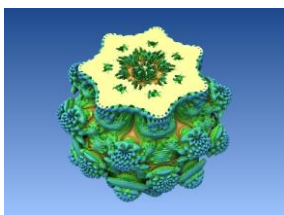
Звідси ви можете вибрати місце, збільшити, знову зменшити масштаб, вибрати інше місце та спробувати знову тощо... Навіть із різними формулами найдосвідченіші 3D фракталнайти зможуть знайти нові та цікаві області, якби вони ніколи раніше не користувалися різанням.

Тепер ми завантажуюмо стандартну модель Mandelbulb3D, щоб продемонструвати далі можливості різблення. Ось вона, вирізана точно так само, як вище:

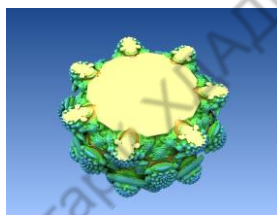


Розріз Мандельбула вздовж осі Z під кутом 0,00

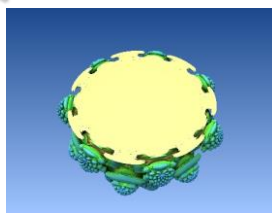
Тепер, що станеться, якщо ми змінимо значення "0,00"? Він прорізається або вище, або нижче, залежно, звичайно, від того, додатне чи від'ємне значення ви вказали. Ось серія скріншотів для демонстрації:



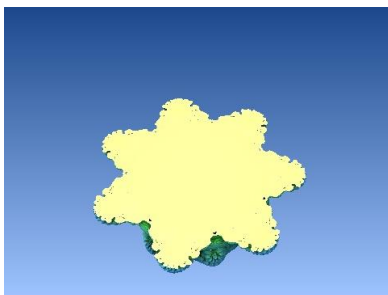
Розріз Мандельбула
вздовж осі
Z при -0,8



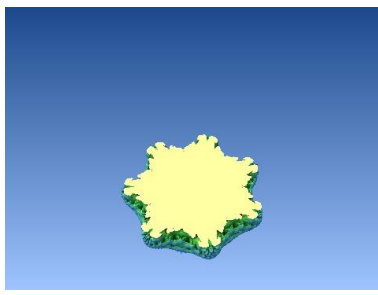
Розріз
Мандельбула
вздовж осі
Z при -0,4



Розріз
Мандельбула
вздовж осі
Z при -0,2



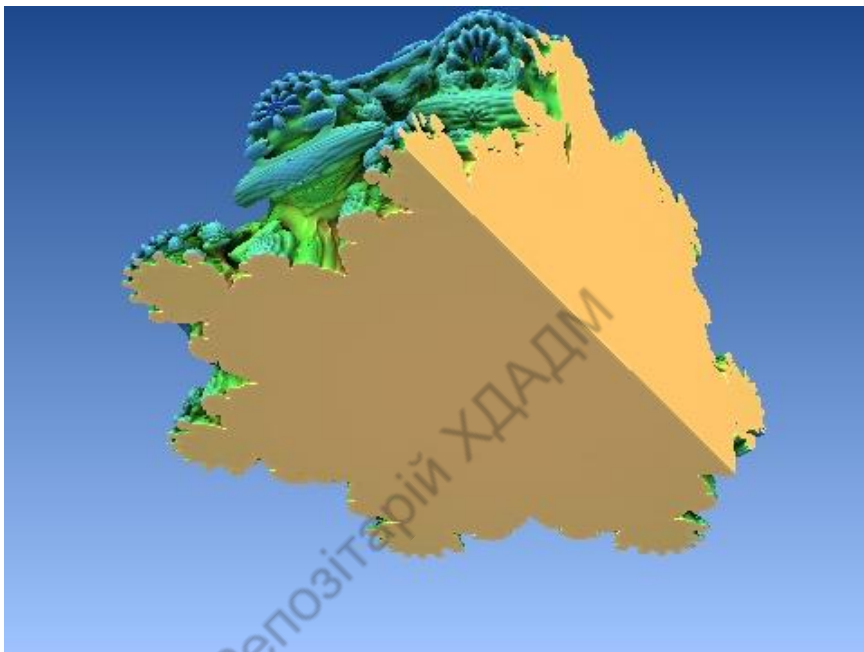
Розріз Мандельбула вздовж
осі



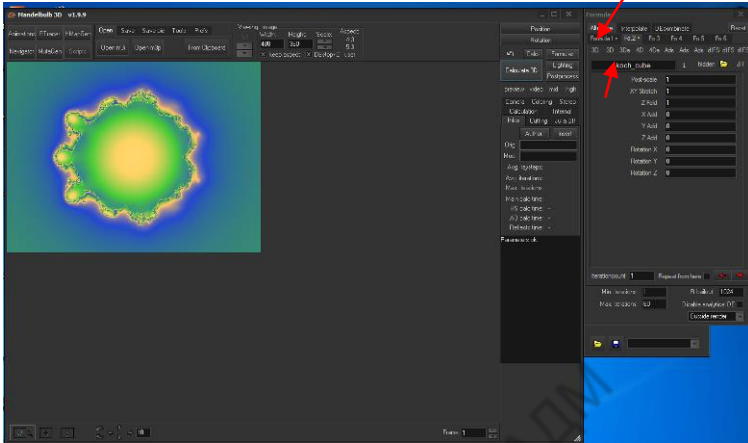
Розріз Мандельбула вздовж осі
Z під кутом 0,6

Z під кутом 0,3

Отже, з цього випливає, що те ж саме можна зробити з віссю x і y . І ви можете ввімкнути будь-який, усі з них одночасно. Тут ми розрізаємо модель Mandelbulb3D вздовж осей z і y , обидві під кутом 0,00 (з невеликим поворотом для кращого огляду):

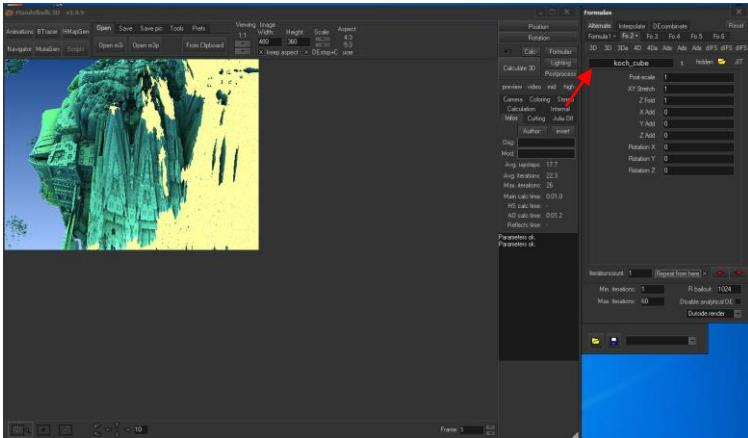


Множетель фракталів



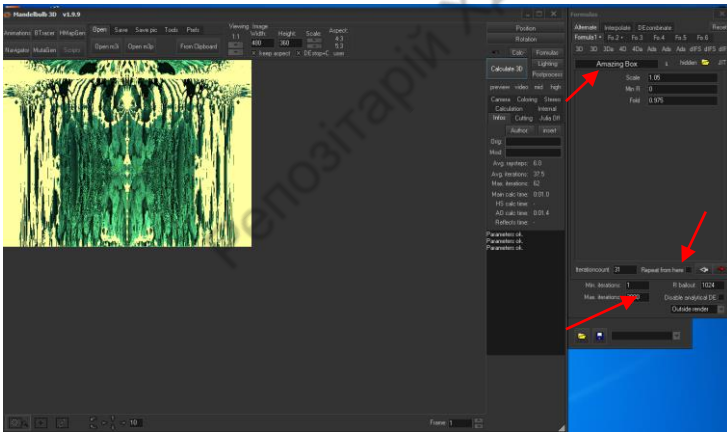
Formula 1
Amazing Box
Scale 1.05
Vin R 0
Fold 0.975
Calculae3D

Formula 2
koch_cube

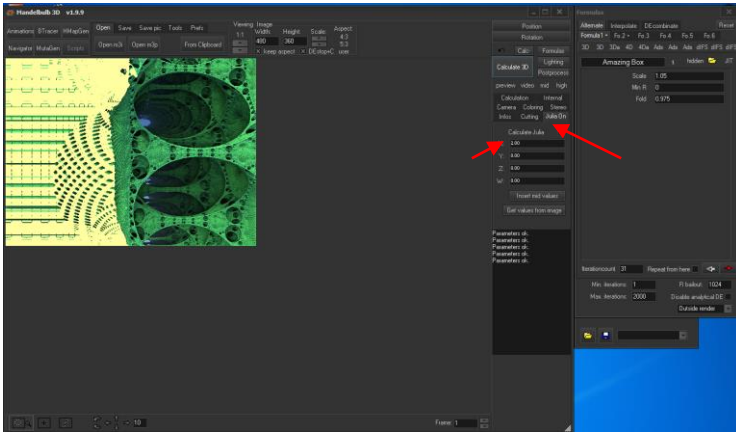


Formula 2
 koch_cube
 нажать галочку Repeat from here
 here
Calculae3D

Formula 1
 Amazing Box
 Iterationcount 31
 Max. Iteration 2000
Calculae3D



Julia Off
 Поставити хрестик
 x 2.00; Y 0.00; Z 0.00; W 0.00
Calculae3D



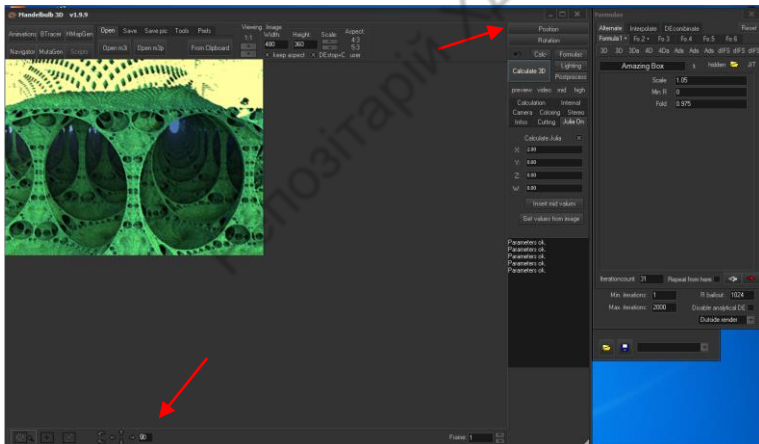
Position

Z start -8.00

Нижня панель повороту.

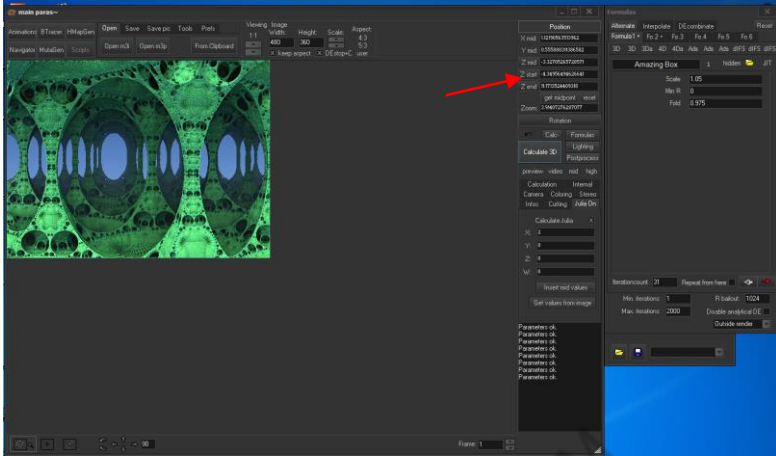
10 замінити на 90

Calculae3D

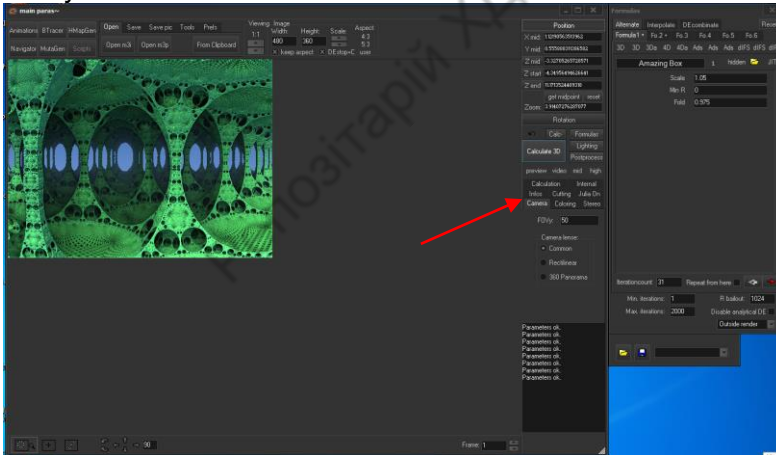


Position

X mid. 1.26; Y mid.-0.27; Z mid.-2.35; Z start -3.30; Z end.13
Calculae3D

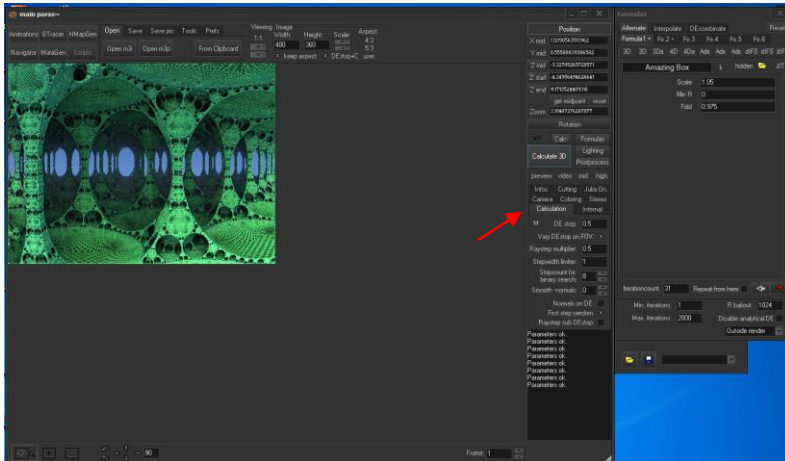


Camera
 FOVy 50

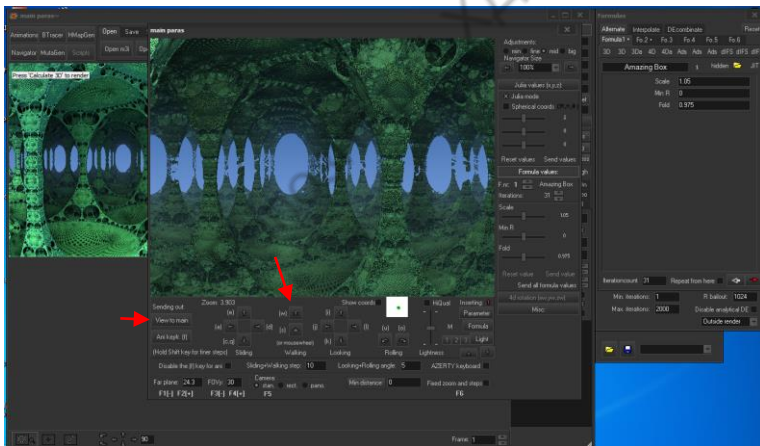


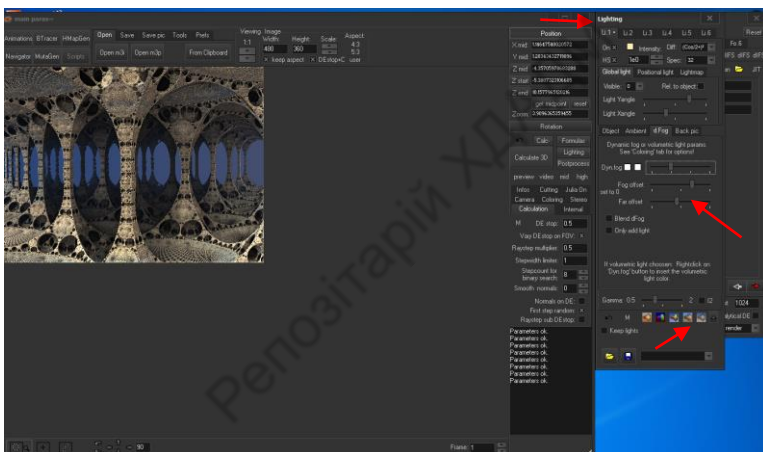
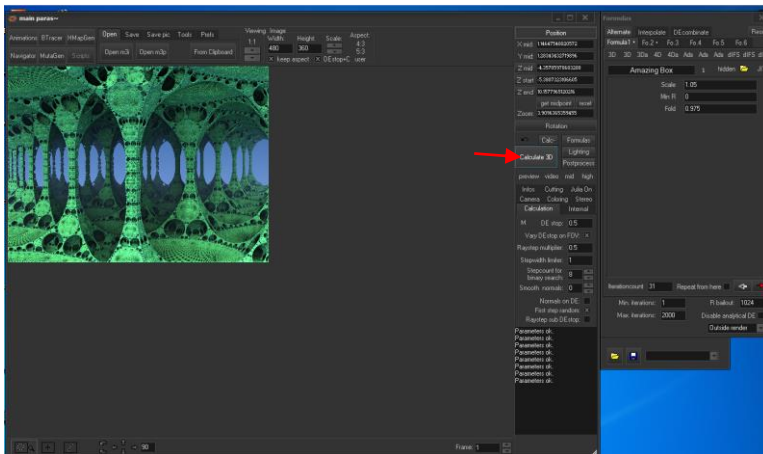
Calculation
 DE stop 0.5
 снять крестик
 Normal on DE
 оставить только
 First stop random X

Calculae3D



Підстроювання в навігаторі потрібного вам положення перспективи.



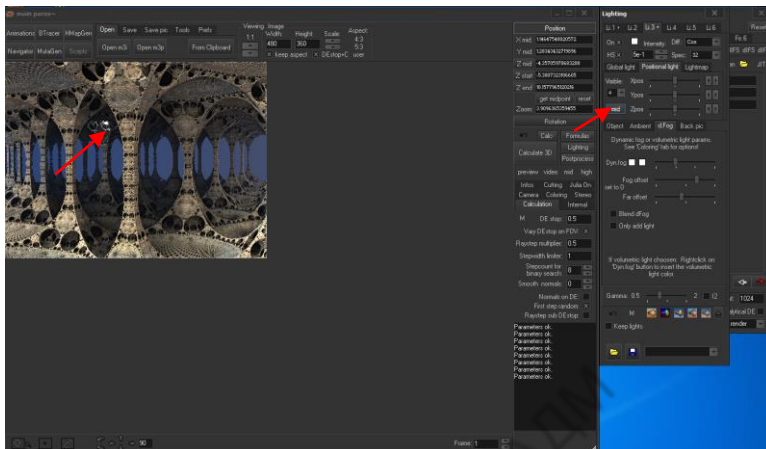


Точкове джерело світла Formula 3

Он ставим крестик
Вибираємо інтенсивність
Вкладка Global Light
Visible 3

Вкладка Positinal Light
від змінюємо на image

На своєму проєкті ставимо точкове джерело світла, можна змінювати колір освітлення, можна змінювати інтенсивність освітлення.



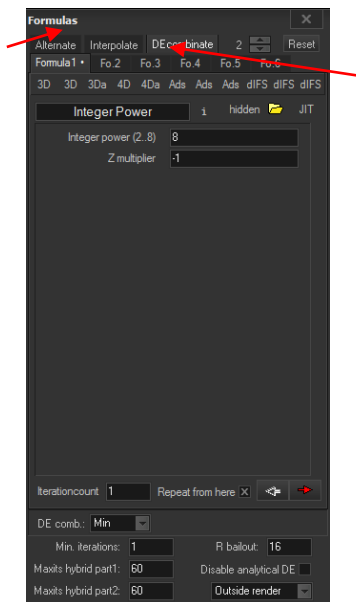
Тема 5. АНІМАЦІЯ, МОЖЛИВОСТІ ТА РЕНДЕРИНГУ MANDELBULB 3D

Лекція 5.

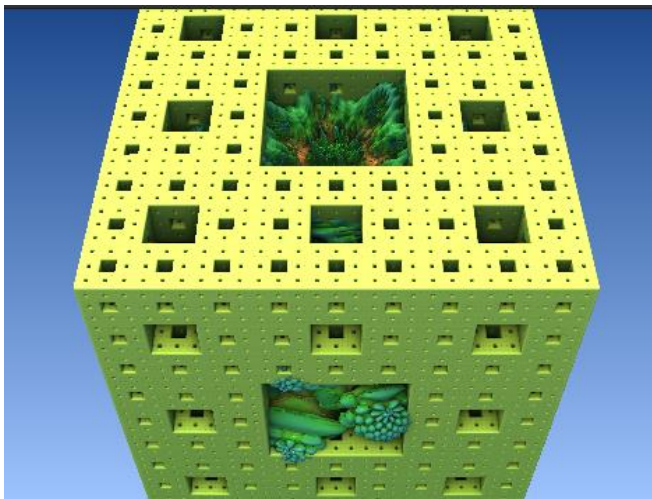
План

1. DE combine Mandelbulb 3D
2. Анімація Mandelbulb 3D
3. Рендеринг mandelbulb 3D.
4. Якість візуалізації (пікселі) Mandelbulb 3D

«DE combine». Mandelbulb 3D

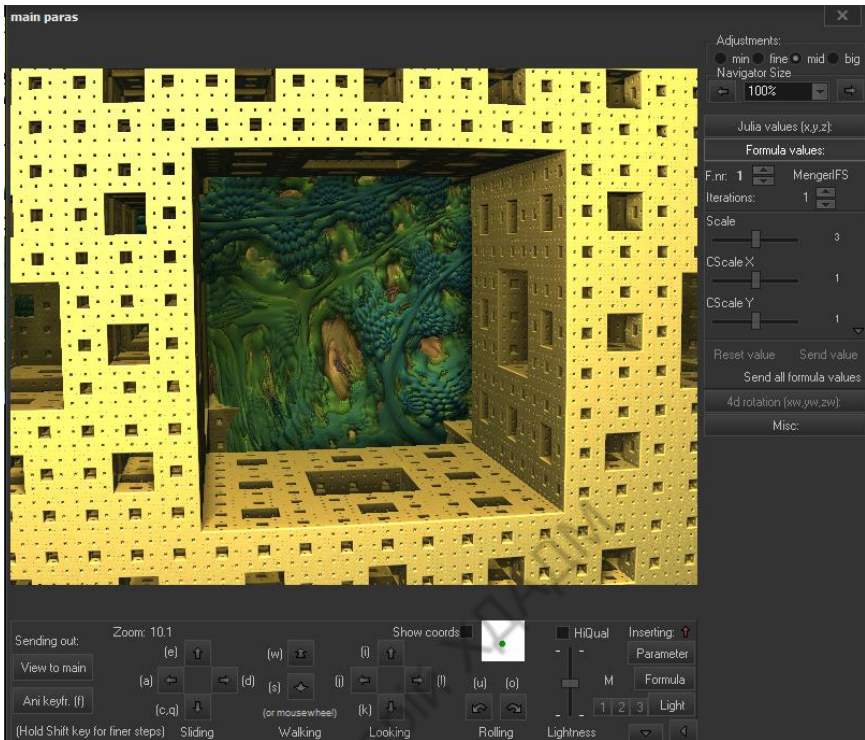


Виберіть кнопку DE Combine у вікні формули, а потім виберіть 3Da «MengerIFS» як першу formula, а другу 3D «Integer Power» — як другу формулу. Натисніть «Calculate 3D», і ви отримаєте ось що:

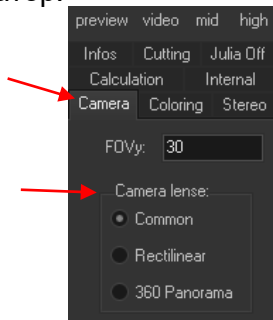


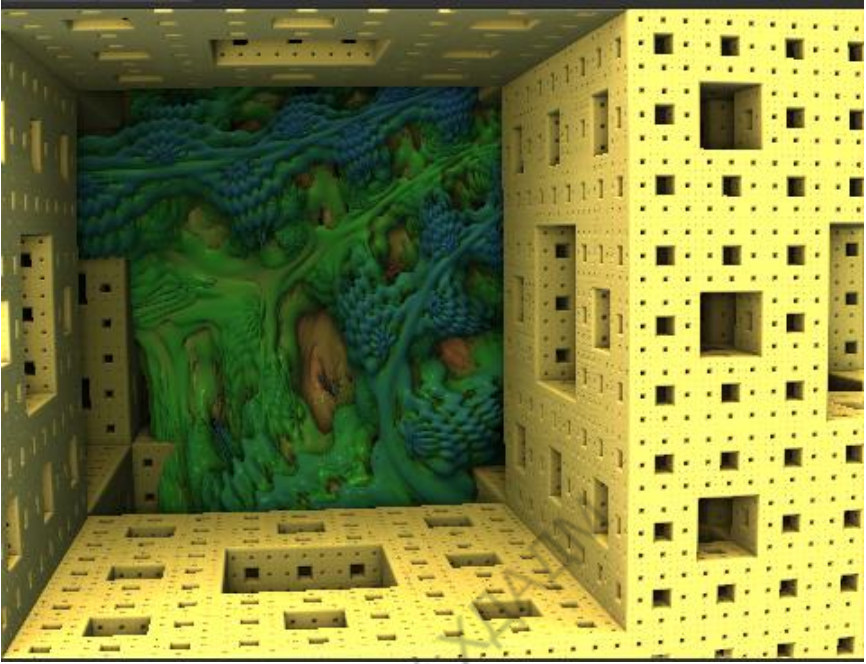
Наступним кроком скористайтесь навігатором, щоб звернутись до сторони куба:

Репозитарій ХДАДМ

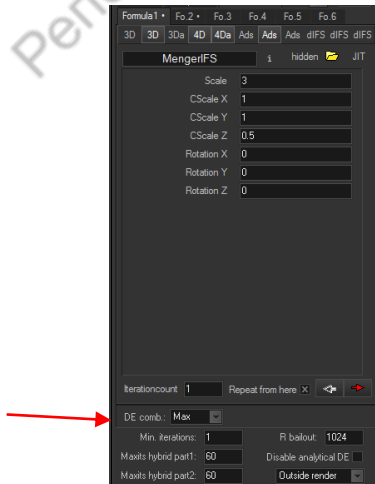


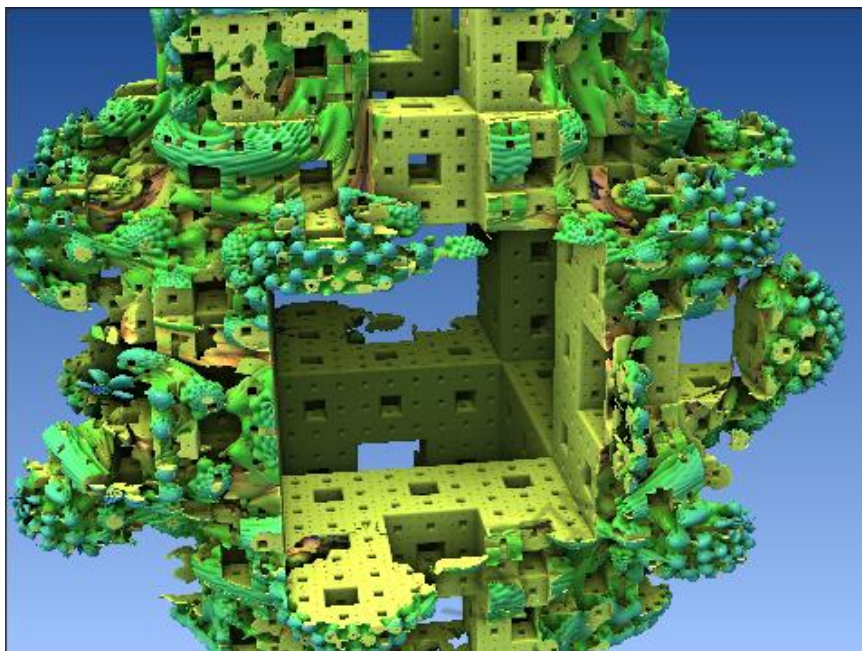
Тепер це лише питання кольору. Оригінал Mandelwerk's має дуже прямі лінії... Зараз спробую це зрозуміти. У головному вікні є вкладка під назвою «Camera». Ми спробуємо натиснути на «Rectilinear Lense», і це зробило трансформацію форми. Потім залишилося лише тонко налаштувати навігатор:



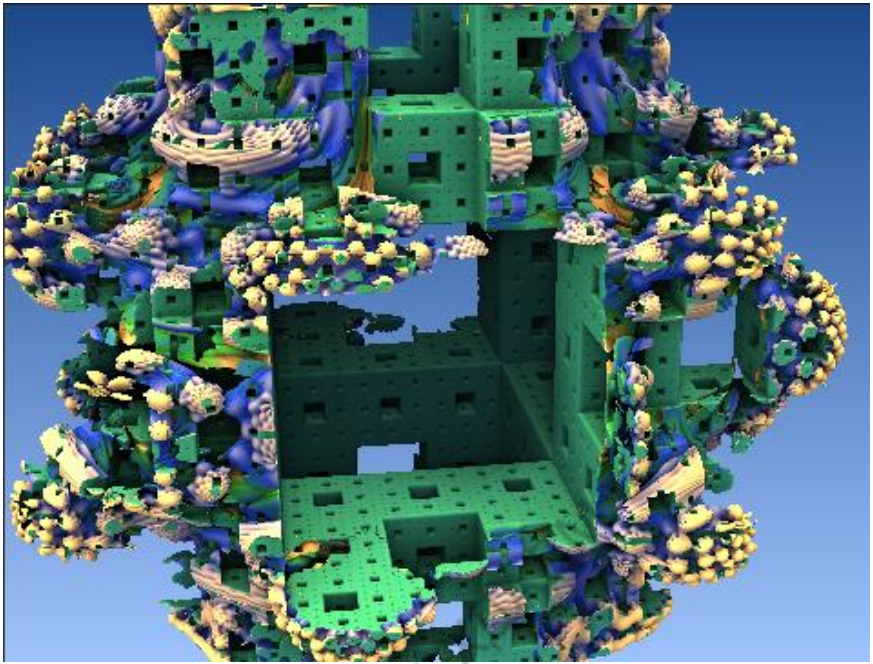


Тепер трохи експериментування. Ми використали верстили вкладку DE Combine. По-перше, коли ви обираєте DE Combine у полі формул у нижній частині першої формули, з'являється таке:

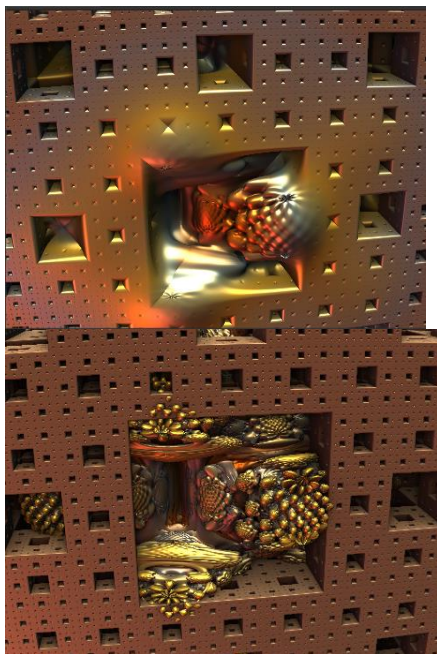




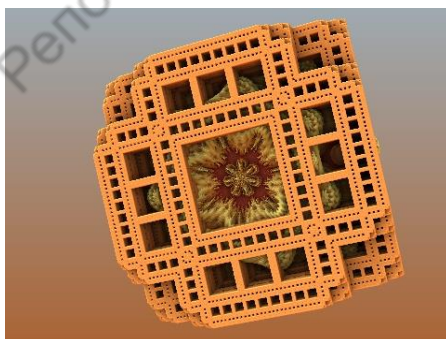
Просто щоб побачити, що станеться, ми вибрали наступні опції DE comb і відтворили а також поекспериментувати з кольором.

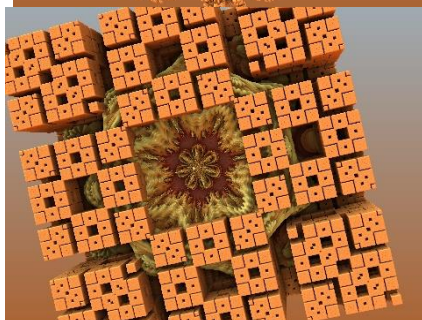
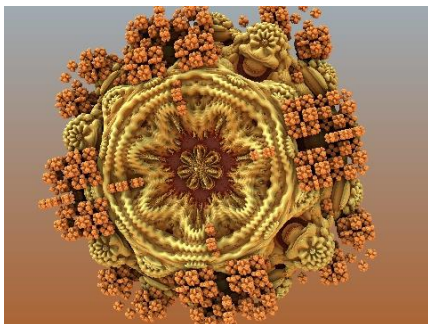


Репозітарій

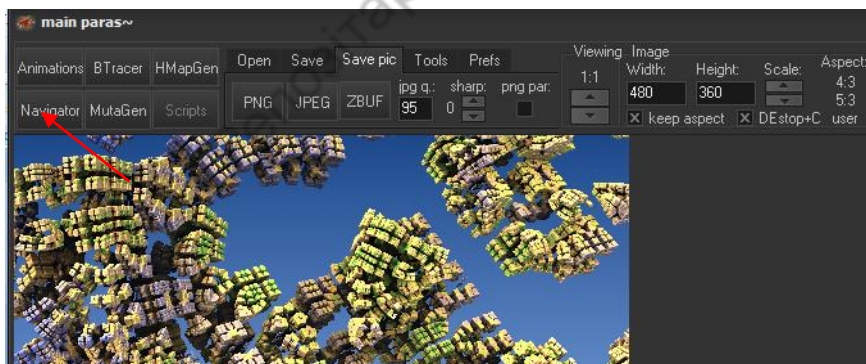


Потім ми змінили значення CScale Z, за замовчуванням воно становить 0,5, ми спробували змінити на 0.6 та -0,05 а також 0 отримав це:



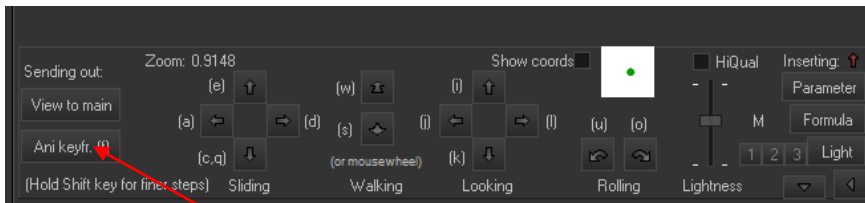


Вікно Navigator

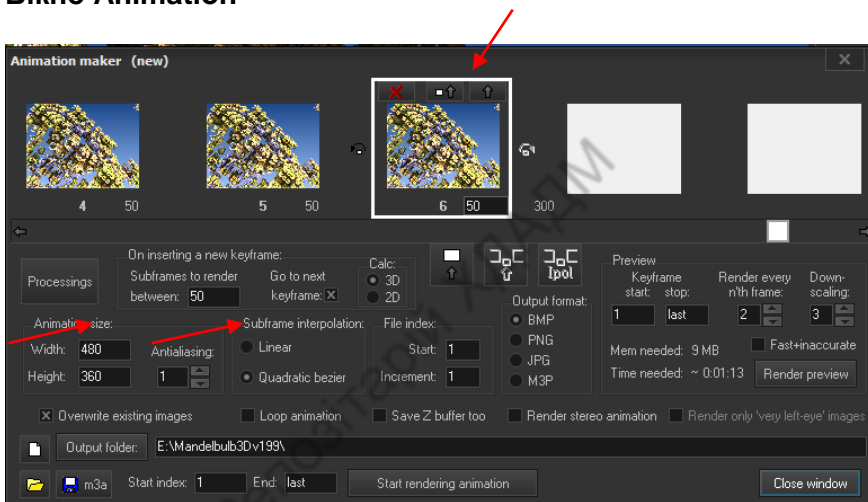


Для початку варто вивчити вікно Navigator, воно дуже зручне не тільки для анімації, але і для перегляду та роботи з фракталом у плані його переміщення та наближення-видалення, для цього не треба буде кожне зміщення заново обчислювати, воно тут відразу відображається

Вікно навігації.



Вікно Animation



Тут ми збираємо стрічку із зображень із змінами:

1. Або ми відправляємо їх з навігатора кнопкою Ani keyfr.(f)
2. Або у вікні анімації ми натискаємо на кнопку з білим прямокутником і вертикальною стрілкою, тоді сюди вставляється зображення з основного вікна перегляду (сусідня кнопка з трьома прямокутниками і стрілкою дозволяє вставляти проміжні кадри).

Видалити непотрібний слайд можна лише тоді, коли він активний (тоді з'являється хрестик для видалення).

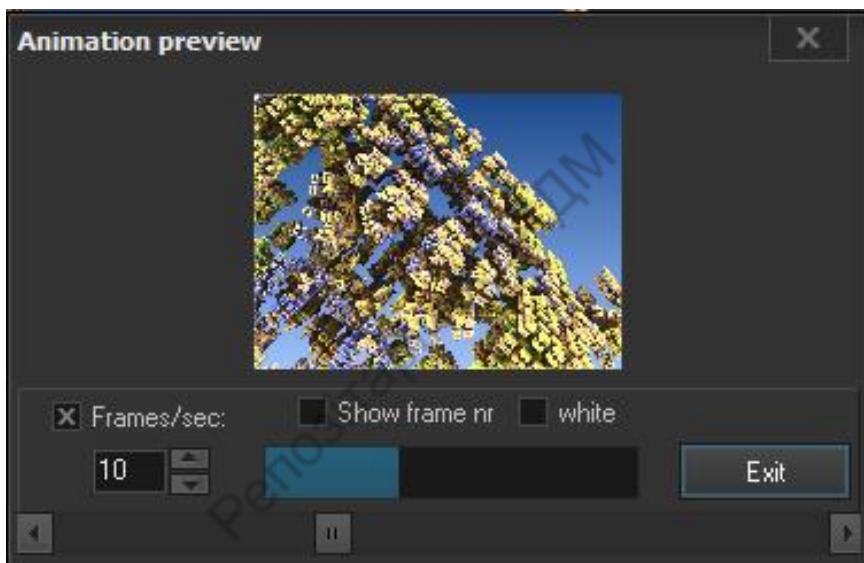
Переміщуємо слайди анімаційним шляхом бічними стрілочками або повзунком.

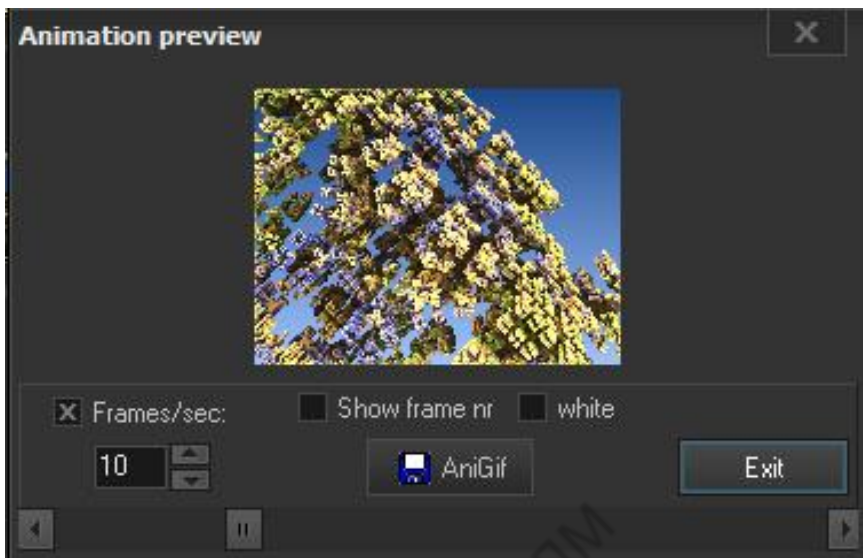
Розмір зображення нашої анімації задаємо в блоці Animation size, тут же задаємо параметри антиаліасингу (боротьба з драбинкою по краю зображення).

У блоці Subframe задаємо параметр smoothing тобто згладжування.

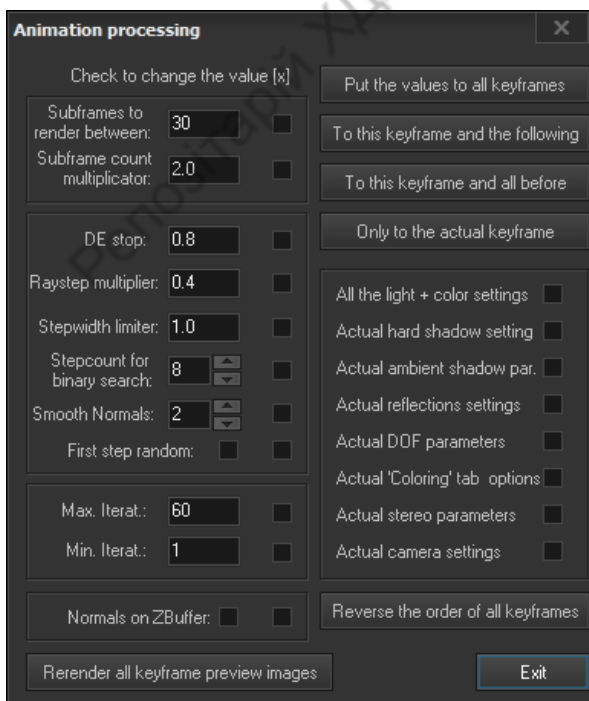
Кнопкою Render Preview ми можемо зробити перегляд нашої анімації, тут же ми можемо зберегти gif зображення цього попереднього перегляду (воно буде дуже маленького розміру).

Вікно Render Preview





Кнопка Processing відкриває відповідне вікно



Ліва частина складається з параметрів, зміна яких впливає на зображення фракталу

права частина - кнопки з умовами, які можна присвоїти тому чи іншому кадру або групі кадрів (якщо чесно, доки не розібралася як це працює):

1. put the values to all keyframes - покласти значення всім ключових кадрів

2. to this keyframe and the following - для цього ключового кадру і наступні

3. to this keyframe and all before - цього ключового кадру і всіх перед

4. Тільки до цього keyframe - тільки на фактичну ключовий кадр

Для хорошого рендерингу рекомендуємо вбивати всі параметри і перетворювати їх на 3D у вікні preview у невеликому розмірі (наприклад 480x342) для швидкості дії, після цього перейдіть у вікно high для збільшення розміру 1/3 (один до трьох) і натиснути нашу головну кнопку Calculate 3D, після повного відтворення перед збереженням перейдіть у співвідношення 1/1 (один до одного), щоб зображення відкрилося на повний розмір і після цього вже зберігати як .bmp або .jpeg за бажанням.

Якість візуалізації (пікселі) Mandelbulb 3D

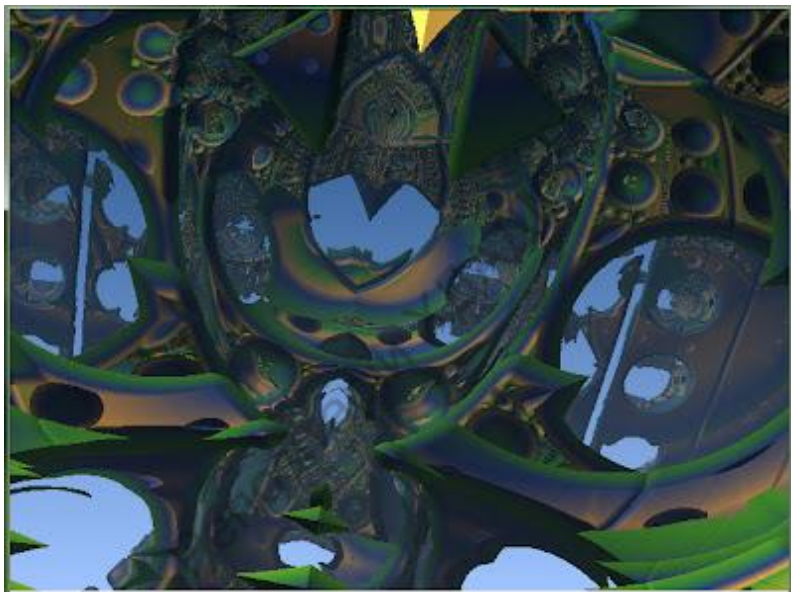
Як покращити стан вашого фрактала, якщо він сповнений маленьких шумних пікселів. Як приклад, ми збільшили відповідну область за допомогою формули *Amazing Vox* із великою кількістю пікселізації по краях і в різних місцях тощо.

Чим краще ви хочете, щоб виглядало ваше зображення, тим довше знадобиться рендеринг. Ви знаєте, коли ви використовуєте режим «Preview» для візуалізації, це відбувається швидко, але зображення часто пронизане пікселями. З підвищенням якості за допомогою режимів «Video» (Відео), «Mid» (Середній) і «High» (Високий) візуалізація займає більше часу, але пікселі починають зникати на приємних гладких поверхнях/кривих.

Слід зауважити, що інколи (справді, не завжди) візуалізація в режимі High виглядає зовсім інакше (і зазвичай набагато краще), ніж у режимі «Preview». Тому не здавайтеся після

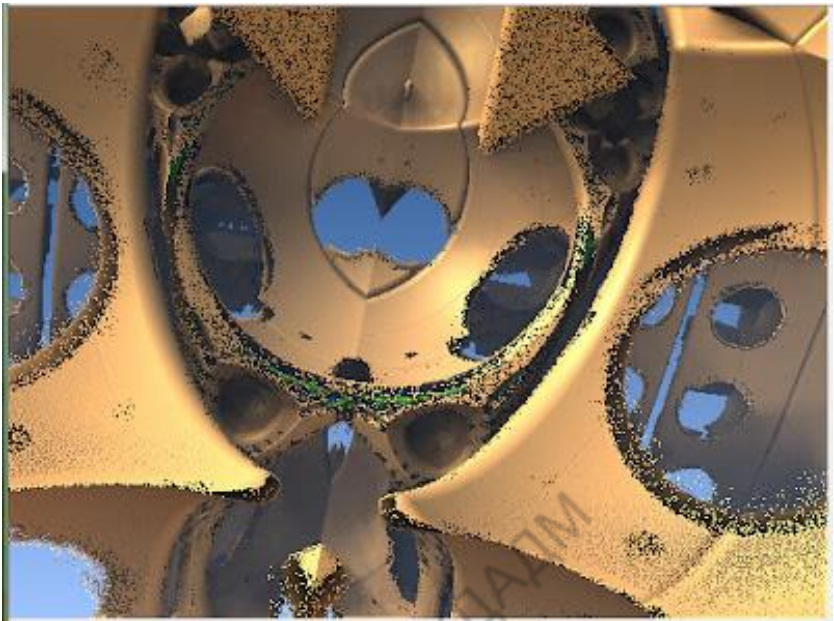
«Viewing to Main» один раз. Спробуйте «Video» та «Mid», подивіться, чи зміниться фрактал на краще тощо)

Ще щось дуже важливе, на що слід звернути увагу, полягає в тому, що часто, як ми впевнені, ви вже стикалися, з тим, що ви бачите у вікні навігатора, — це не все, що виходить у вікно візуалізації. Це лише одна з тих речей... Іноді це просто колір, який буде іншим, а іноді це повна форма всього, як у випадку з прикладом, який ми використали для цього прикладу Tut. Для прикладу ми використовували *Amazing Box* :



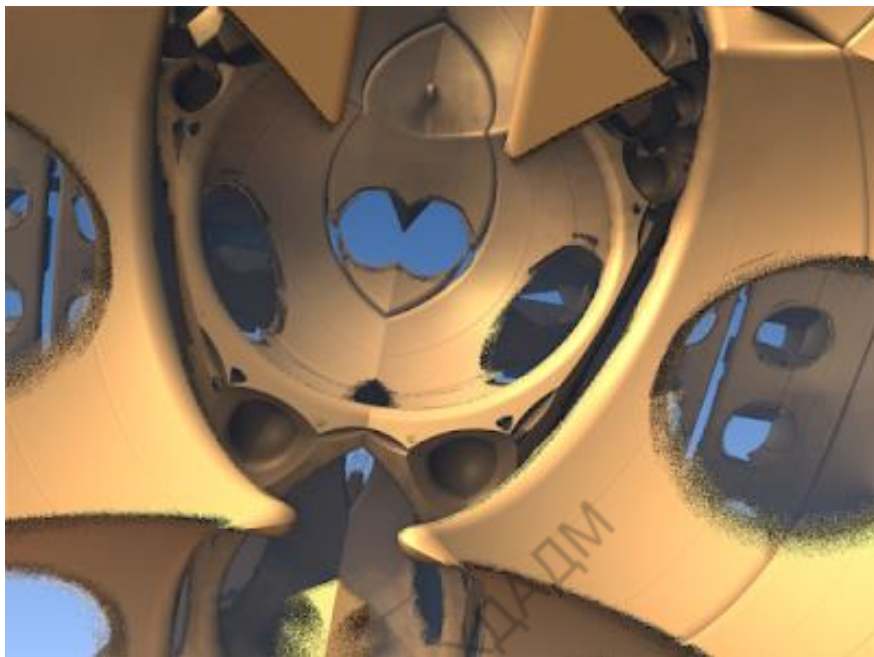
Збільште десь у *Amazing Box* у вікні навігатора - 20 ітерацій

Але потім, коли ви натиснули на «view to main» та отрендерили у режимі попереднього перегляду, ми отримали ось що:



Зображення вище, отрендеренное в режимі Preview mode (попереднього перегляду)

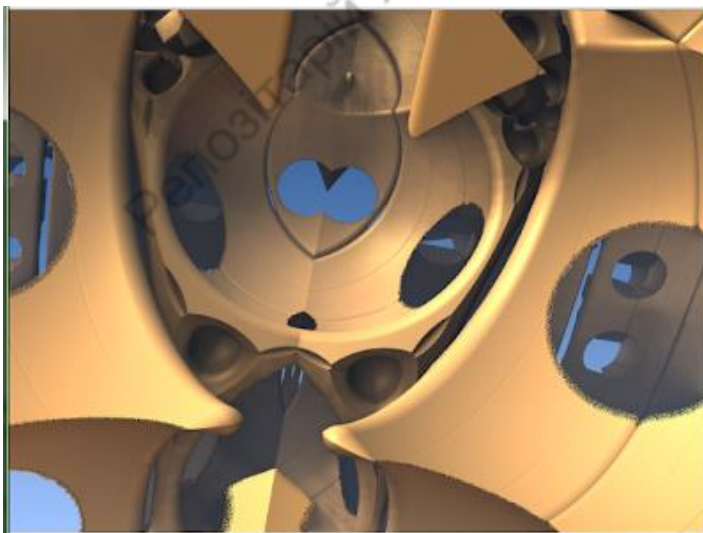
З'явилося дуже багато негарних крапок, що ми можемо з цим зробити, щоб трохи покращити? Ми спробували просто відобразити це в режимі «Mid»:



Вийшло набагато краще, навіть якщо ще не добре. Отже, ви помітили, що числа змінюються на маленькій вкладці «Calculations» кожного разу, коли ми переходимо з одного режиму в інший. Наприклад, від «Preview» до «Mid». Наприклад ми вирішили, що хочемо спробувати змінити їх самостійно, а не вибирати «High». Ми залишемо його на «Mid» і просто змінюємо значення «Raystep multiplier» на «Stepwidth limiter» (див. зображення нижче).

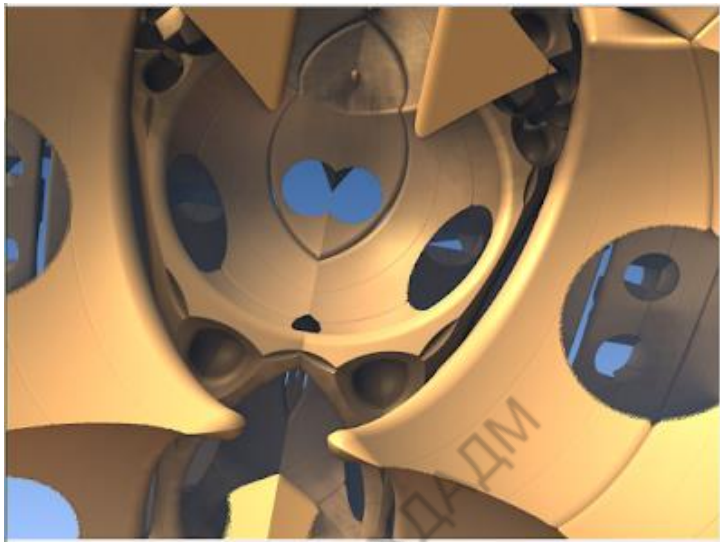


Ми змінили їх із наведених вище значень на 0,1 і 0,1 (які навіть нижчі за налаштування за замовчуванням у високому режимі) і отримали ось що:

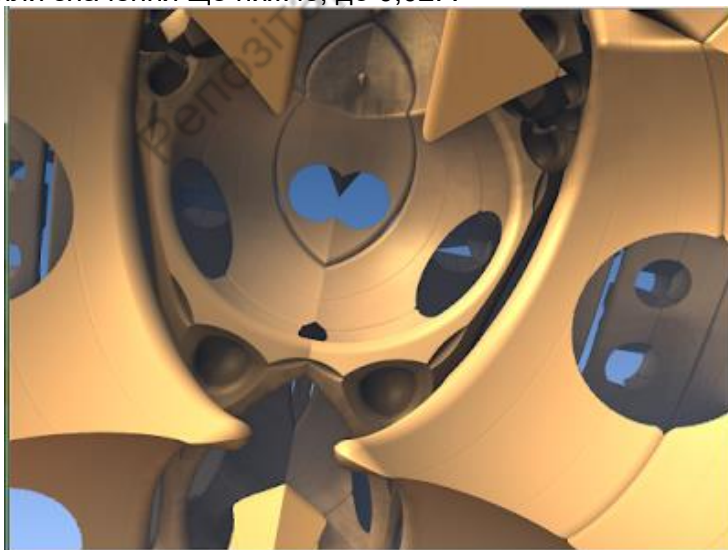


Набагато краще! Але все одно досить помітна піксельзація...

Якщо ми знизимо значення ще більше, скажімо, 0,05 для обох..
:



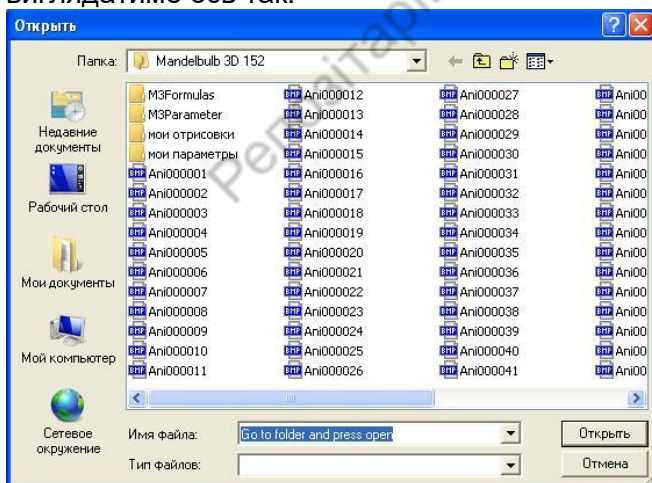
Майже краще! Однак пікселі все ж є видимими. Тому ми знизили значення ще нижче, до 0,02. :



Пікселів більш немає. Але пам'ятайте: чим нижче ви опускаєтеся з цими двома значеннями, тим довше триватиме рендеринг. Наш перший рендеринг вищевказаного зображення в середньому режимі зайняв лише кілька секунд, тоді як вищезазначене зайняло близько 12 хвилин. Отже, якщо ви завантажили дивовижне фрактальне зображення з роздільною здатністю 4000x3000 і спробували відрендерити його за допомогою Raystep Multiplier чи Stepwidth limiter на 0,02, чекайте дуже довго рендерингу. Ми спробували це, і в результаті отримали щось, що зайняло 21 годину.

Багато пікселізації буває не завжди.. Здебільшого у вас, пікселів, буде лише трохи, тому ви можете поступово зменшувати значення, доки не будете задоволені якістю. Якщо деякі пікселі зберігаються, але ви справді не хочете чекати ще однієї тривалої візуалізації, то Photoshop вам на допомогу. Сортуння цих пікселів вручну часто може бути набагато простішим рішенням.

Коли кадри наріжуться, ви їх знайдете там, куди зберегли, це виглядатиме ось так:



Збирати анімацію доведеться вже в іншій програмі, для цього пристосованій: наприклад, у Quick Time Pro (пріоритетно, бо швидко і просто) або в Image Ready або в якійсь іншій.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА.

1. Chapter 8. Fractals.
<https://natureofcode.com/book/chapter-8-fractals/>(дата звернення:2021)
2. Lessons of the Beginner Magician (basis fractal graphics in Apophysis) - 7.
<https://steemit.com/art/@smolalit/lessons-of-the-beginner-magician-basis-fractal-graphics-in-apophysis-7>(дата звернення:2021)
3. Fractals and Computer Graphics.
<http://paulbourke.net/papers/interface/>(дата звернення:2021)
4. Fractal Objects in Computer Graphics.
https://www.researchgate.net/publication/287218131_Fractal_Objects_in_Computer_Graphics(дата звернення:2021)
5. STUNNING Fractal Graphics by Pete Linforth, MUST SEE! [With music by Sappheiros (Ft. eSoreni)]
https://www.youtube.com/watch?v=ZaNhHzaHa_g (дата звернення:2021)
6. At the heart of the holy box - 3D fractal zoom
<https://www.youtube.com/watch?v=OW5RnrIТеow> (дата звернення:2021)

Навчально-методичне видання

Методичні вказівки з дисципліни «Комп'ютерні технології» Фрактальна анімація для студентів 3 курсу спеціальності 022 «Дизайн».

Освітньо-професійна програма «Мультимедійний дизайн».

Ступінь вищої освіти: бакалавр.

Укладач: Ірина Олегівна Малиніна



Мультимедійний дизайн

Харківська державна академія
Дизайну і мистецтв

Репозитарій ХДАДМ

Підп. до друку _____ 2024 р.

Формат А5 (148x210 мм), папір офсет 80 г/м². Гарнітура: Arsenal.

Наклад 100 прим.

61002, Харків, ХДАДМ, вул. Мистецтв, 8.

Надруковано в типографії «impress», вул. Пушкінська, 56.