

Лекция 8

*Земля пускает также пузыри,
Как и вода. Явились на
поверхность
И растеклись.*

В. Шекспир – Макбет

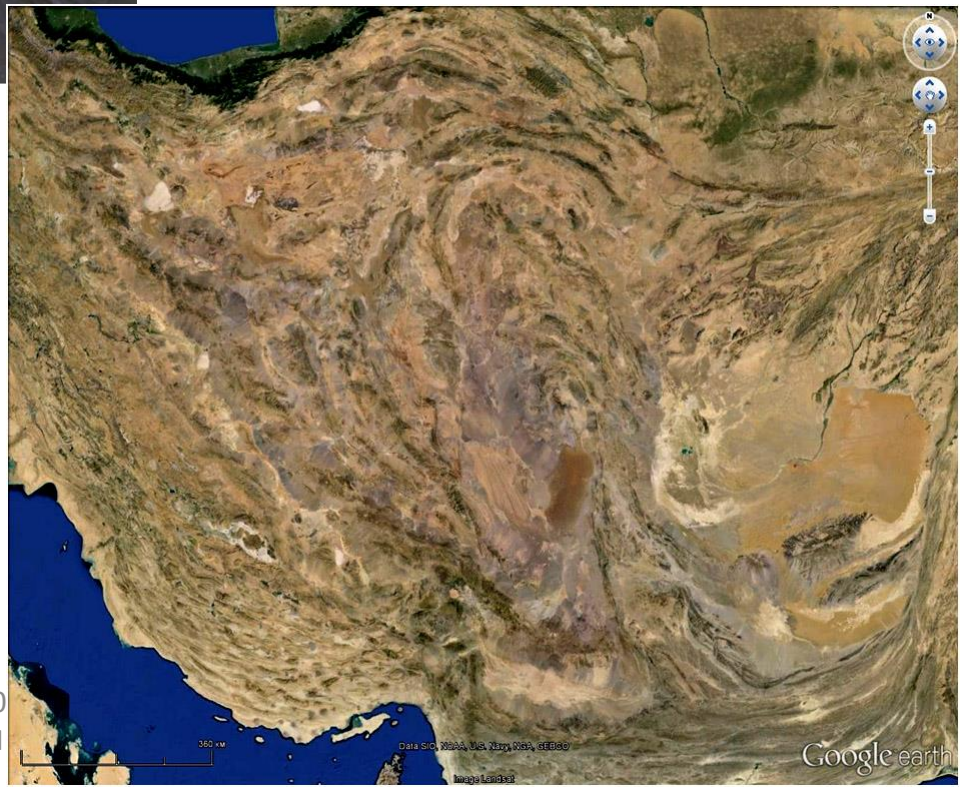
Кольца и вихри



Кольцевая структура РИШАТ

**Кольцевые
структуры
иллюзия или
реальность?**

Аэрокосмос 20
структуры_л-8 М



! КОЛЬЦЕВЫЕ СТРУКТУРЫ (a. ring structures; н. Ringstrukturen; ф. structures annulaires; и. estructuras de anillo, estructuras circulares, estructuras anulares) — геологические образования в плане кольцевой, округлой или овальной формы в каменной оболочке Земли и других планетных тел

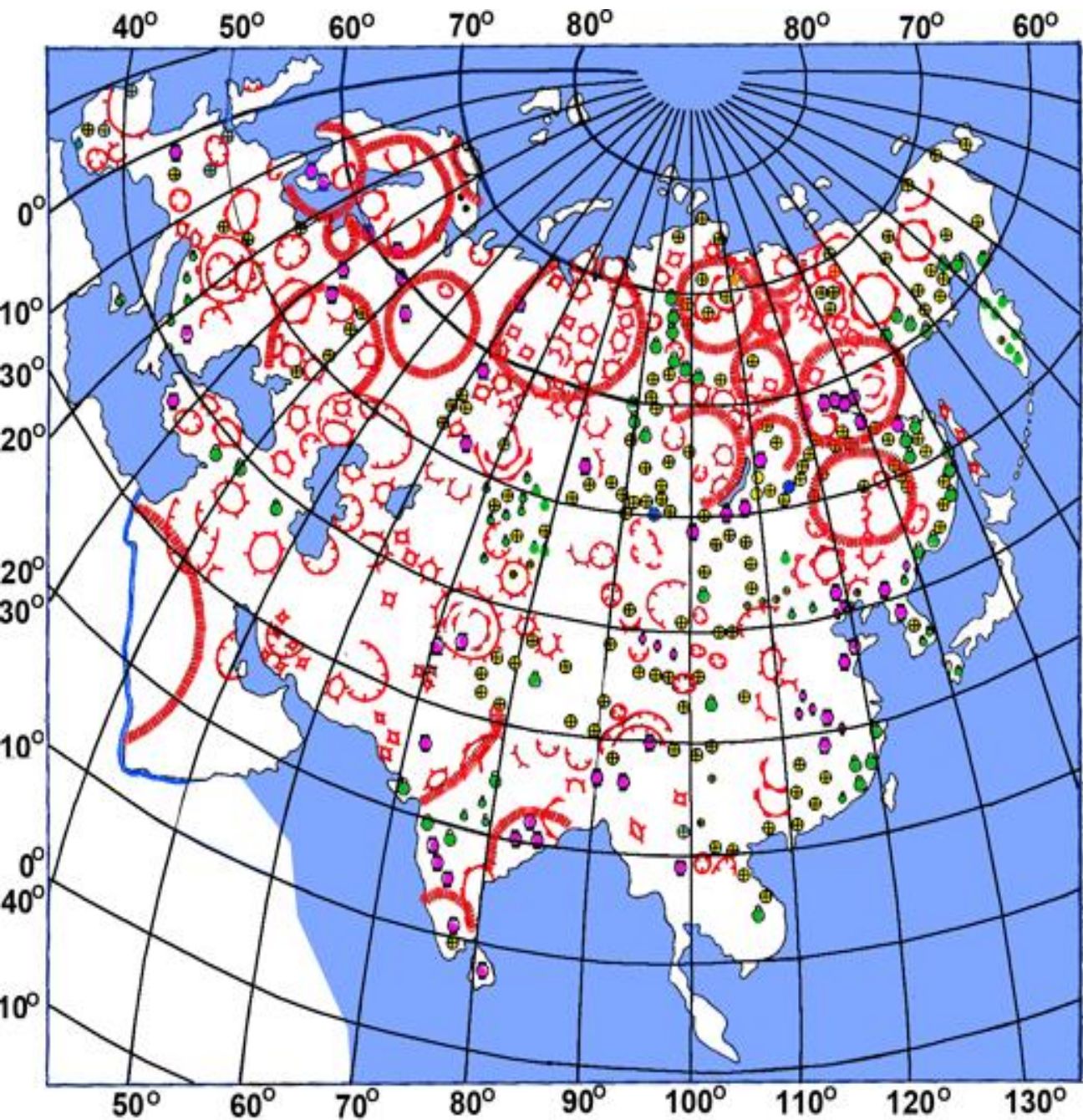


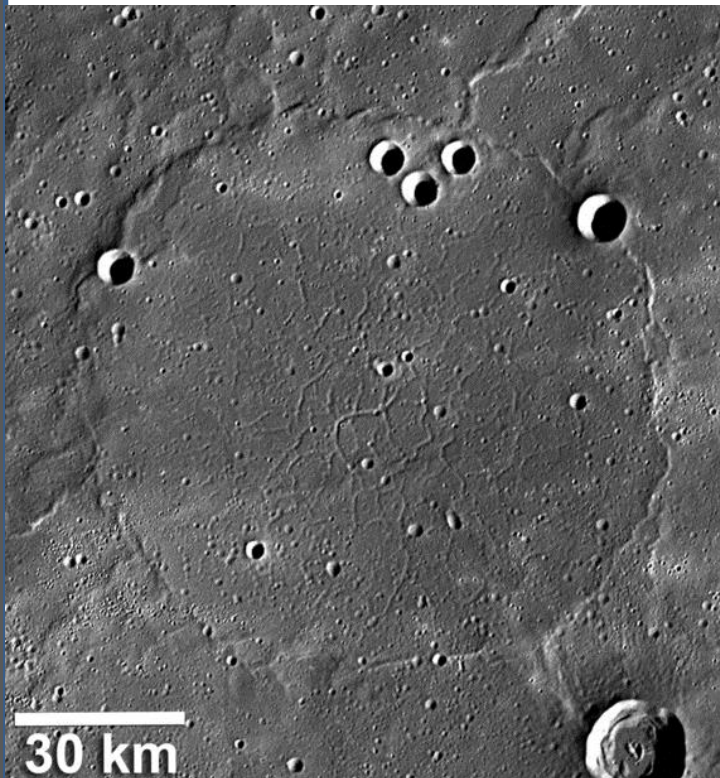
Схема расположения крупнейших кольцевых структур на территории Евразийского материка (по Космогеология СССР, 1987): 1 – нуклеары; 2 – гнейсовые складчатые овалы; 3 – гранито-гнейсовые купола, 4 – плутонические подкоровые структуры; 5 – плутонические коровые структуры, 6 – вулканические структуры, 7 – тектоногенные положительные структуры, 8 – тектоногенные отрицательные структуры, 9 – импактные структуры



! Общие характеристики кольцевых структур

- **Круглые или овальные, полностью или фрагментарно замкнутые фотоаномалии. Границей кольцевой структуры принято считать наиболее удаленный от ядра концентрический элемент или внешний контур, ограничивающий фотоаномалию, которая может быть выражена как фототоном, так и фоторисунком.**
- **Состоят из ядра и внешнего контура.**
- **Очень часто кольцевые структуры осложнены системами разломов: концентрическими, секущими, сегментарными, радиальными.**

! Научное познание кольцевых образований началось в августовскую ночь 1603 года, когда Галилео Галилей направил С помощью изготовленного им телескопа увидел на Луне цирки — кольцеобразные горы. В 1846 году известный астроном Груитуйзен впервые высказал предположение, что **кольцевые лунные горы — это кратеры, образовавшиеся при падении крупных метеоритов.**



**Докосмическая
эра**

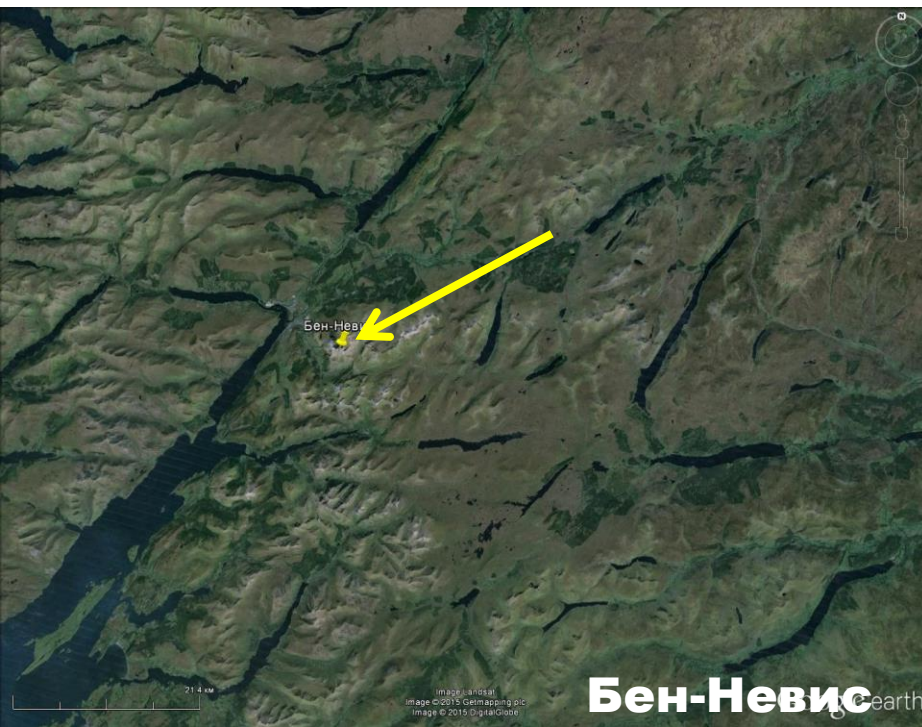
Аэрокосмос 2022-кольцевые
структуры_л-8 Милосердова Л.В.

! Докосмическая эра

Другие теории

- 1. Вулканическое происхождение “кольцевых гор” (Хабаров, 1960).**
- 2. Теория “газовых пузырей”, согласно которой кратеры возникли за счет взрывов газов, поступавших из лунных недр. Но такие гипотезы не пользовались особой популярностью.**

Рубеж XIX и XX веков – кольцевые структуры Земли – вулканические (Шотландии космогенные – Аризонский метеоритный кратер Сначала считали вулканическим образованием).



2022-кольцевые

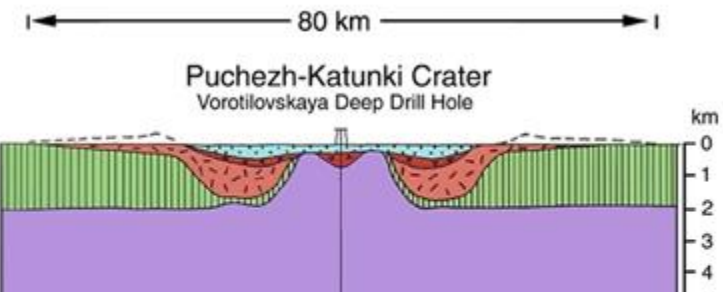
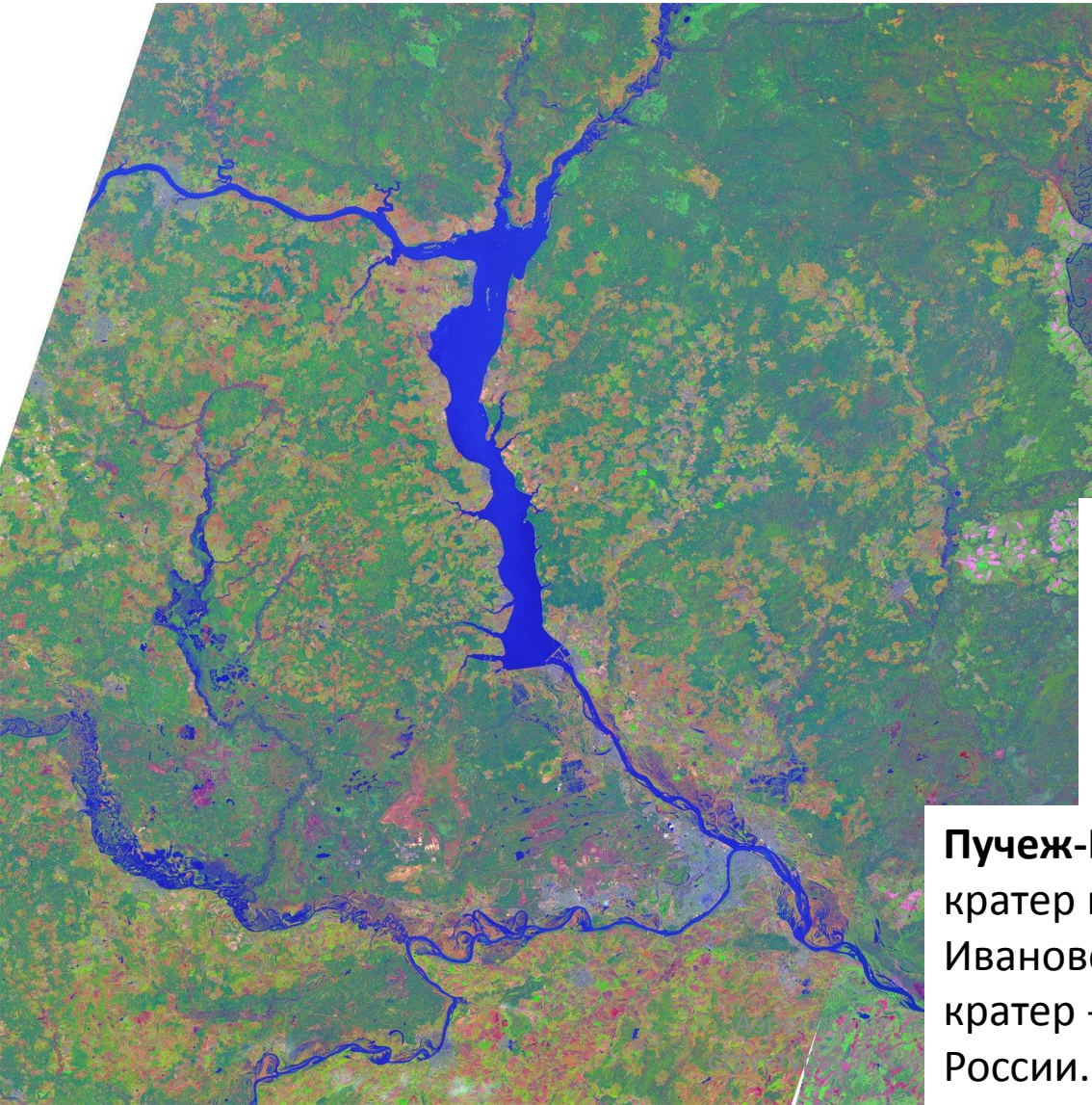
Миддлсрич Д.В.

6

Google earth

! Р. Дитц, в 1960 году предложил термин “астроблема” для обозначения древних метеоритных кратеров, которые утратили четкую выраженность в рельефе,

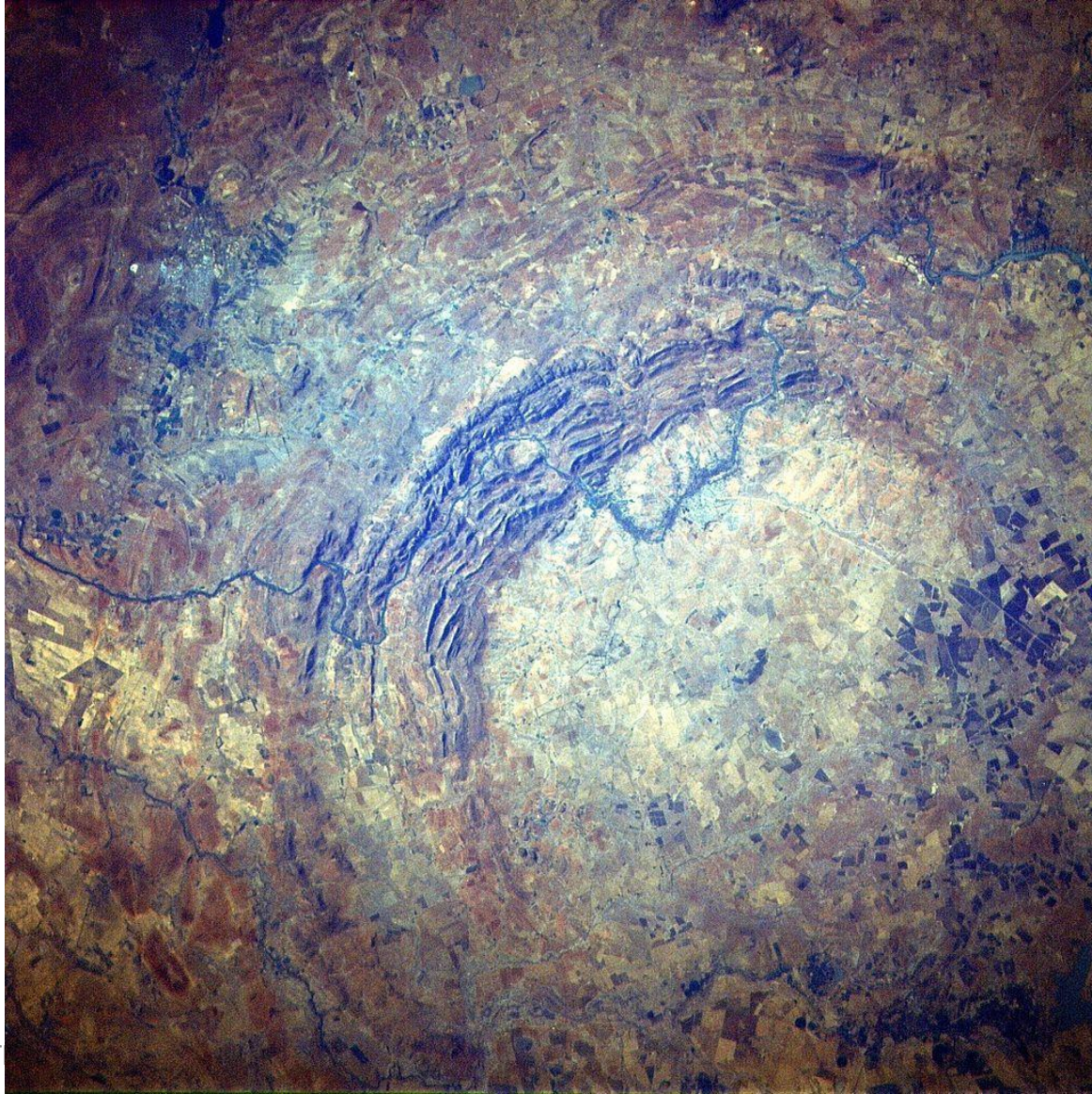
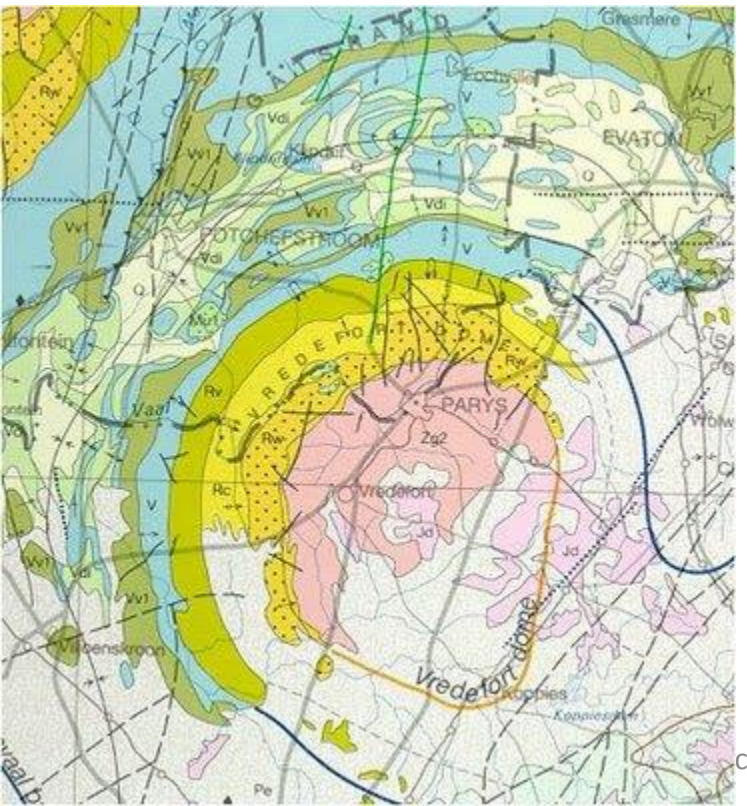
но сохранили геологические признаки — структуры и горные породы как свидетельства взрыва при падении крупного метеорита



Пучеж-Катунский кратер — метеоритный кратер на территориях Нижегородской и Ивановской области. Пучеж-Катунский кратер - первая установленная астроблема России.



Метеоритный кратер Вредефорт –
самый большой и самый древний (PR)





а

б

! Астроблема Сэдбери на космическом изображении (а) и её геологическая карта (б).

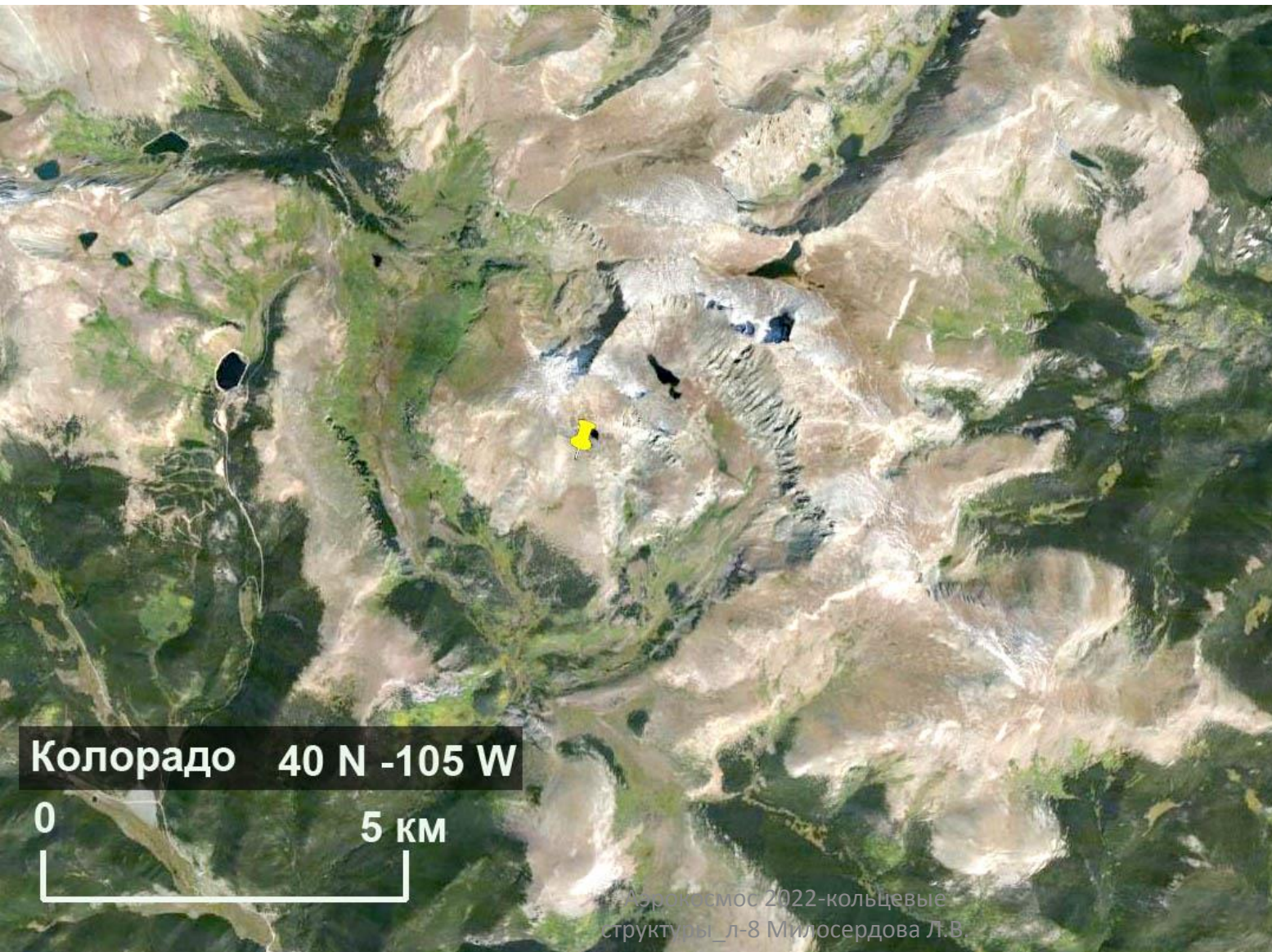
Разными цветами показаны различные породы. По big-blue-heron.livejournal.com

Это чаша 60 км X 20 км.

Метеорит в протерозое, врезавшись в Землю пробил земную кору практически до ее основания, сделав дыру 35 км глубиной. В результате получился рудоносный сложно дифференцированный интрузивный массив Сэдбери, секущий породы архея и нижнего протерозоя. Из руд Сэдбери производят никель, медь и кобальт, золото, серебро, металлы платиновой группы, селен, теллур, железную руду.

Криптовулканические структуры, 1933 г., У. Бухер Купола, диаметром 10-12 км

на глубине в них скрываются
магматические тела



Гранито-гнейсовые купола щитов



Гранито-гнейсовые Пилбара



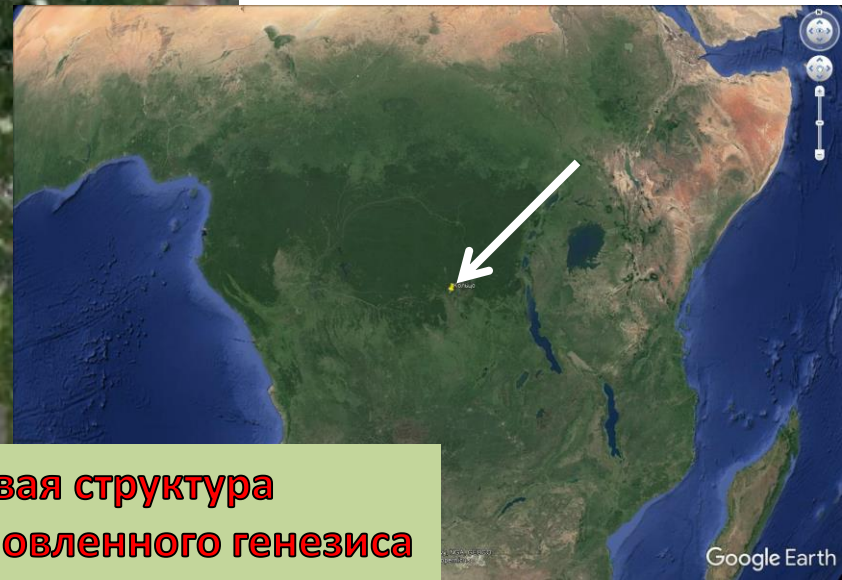
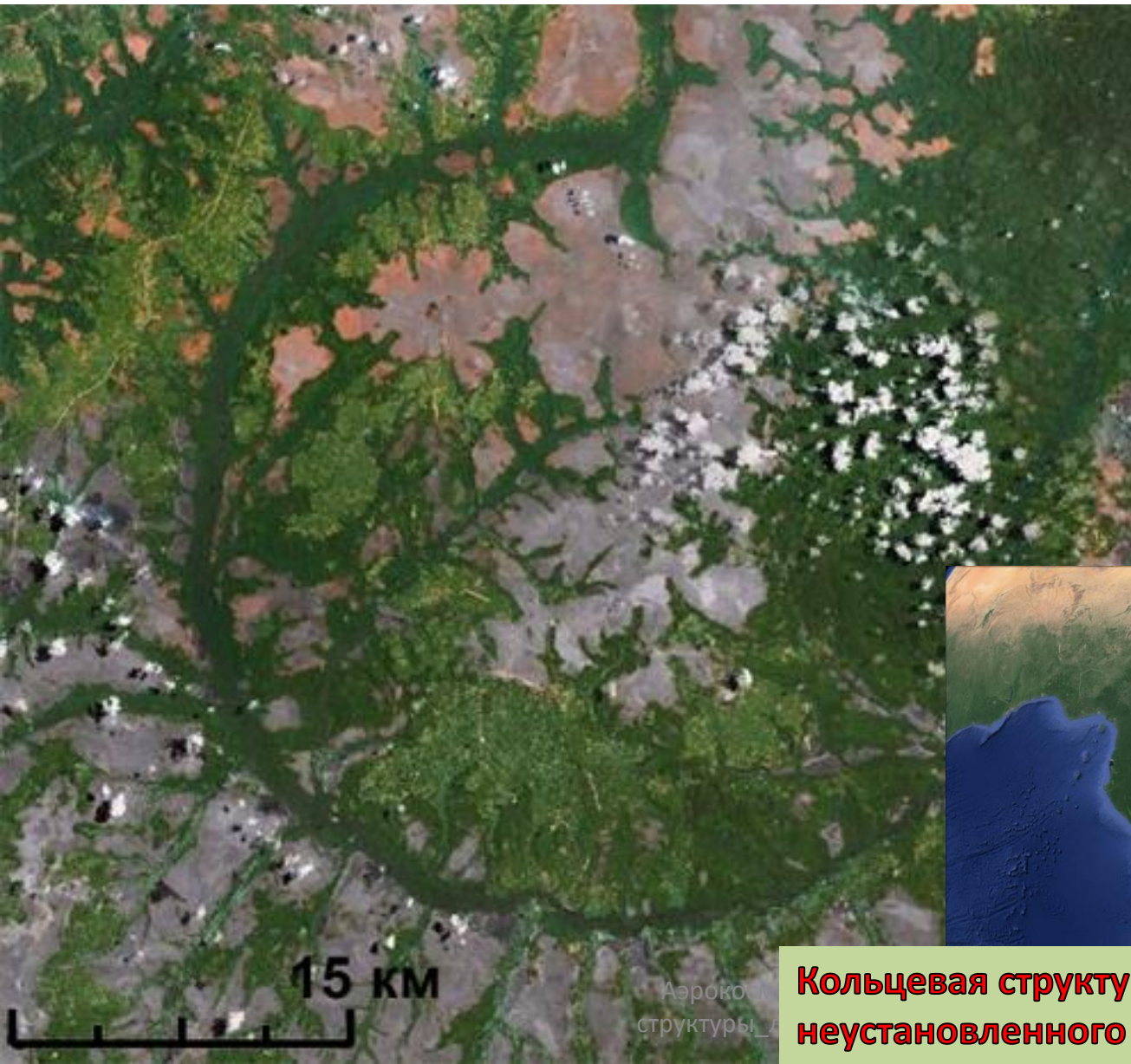
Гранито-гнейсовые Пилбара

25 км

Гранито-гнейсовый купол — округлая в плане **структура** (иногда удлинённый вал), характеризующийся последовательной сменой п.: граниты — в ядре, далее **гранито-гнейсы**, мигматиты и кристаллические сланцы.

! Космическая эра

привела к открытию многочисленных кольцевых структур, часто неустановленного происхождения. Стало понятно, что кольцевые структуры значительно более распространены, чем считалось ранее



Кольцевая структура неустановленного генезиса

Аэрокосмические структуры

Очертание флювиальной сети – самый лучший индикатор кольцевых структур



а



б



в



г

Кольцевые структуры, обусловленные гидросетью, пологие антиклинальные своды. а – Южный Судан, б - Южный Судан, месторождение нефти Южная река, в – северный склон Татарского свода, месторождение нефти Бухарское, г – гранитный купол в фундаменте Сибирской платформы в северном обрамлении Юрубчено-Тохомского месторождения.

Кольцевые по форме — разные по природе

! Классификации кольцевых структур

По форме

Простые и сложные;

Замкнутые и фрагментарные

По размерам

мегаструктуры, макроструктуры, мезоструктуры,
министруктуры, микроструктуры

По генезису

Эндогенные: тектонические, магматические,
метаморфические,

Космогенные: импактные,

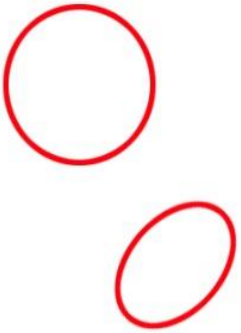




Нуклеары

Экзогенные

! Классификации сложных кольцевых структур по форме:

- **концентрические,**
- **сопряженные,**
- **орбитальные и**
- **комбинированные**

Концентрические состоят из ядра (центральной части) и внешнего контура. Кольцевые структуры больших размеров, как правило, осложнены системами разломов: радиальными (совпадающими с радиусами); сегментарными (пересекающими структуру по хорде, но не выходящими далеко за ее пределы); секущими (пересекающими структуру и выходящими далеко за ее пределы); концентрическими (совпадающими с элементами кольцевой структуры).

Струк-туры	Простые	Сложные			
		Концентри-ческие	Сопряжен-ные	Орбиталь-ные	Комбиниро-ванные
Замкнутые					
Фрагментарные					

! По размерам (диаметр) кольцевые структуры делятся на 5 классов:

- 1. Мегаструктуры – от сотен километров до первых тысяч км в диаметре;**
- 2. Макроструктуры – первые сотни км;**
- 3. Мезоструктуры – от десятков до 150 км;**
- 4. Министруктуры – первые десятки км;**
- 5. Микроструктуры – сотни метров до 10 км.**

! По генезису среди кольцевых структур выделяют:

- ***Эндогенные***

- Тектонические,
- Магматические,
- Метаморфические

- ***Космогенные***

- Импактные

- ***Экзогенные***

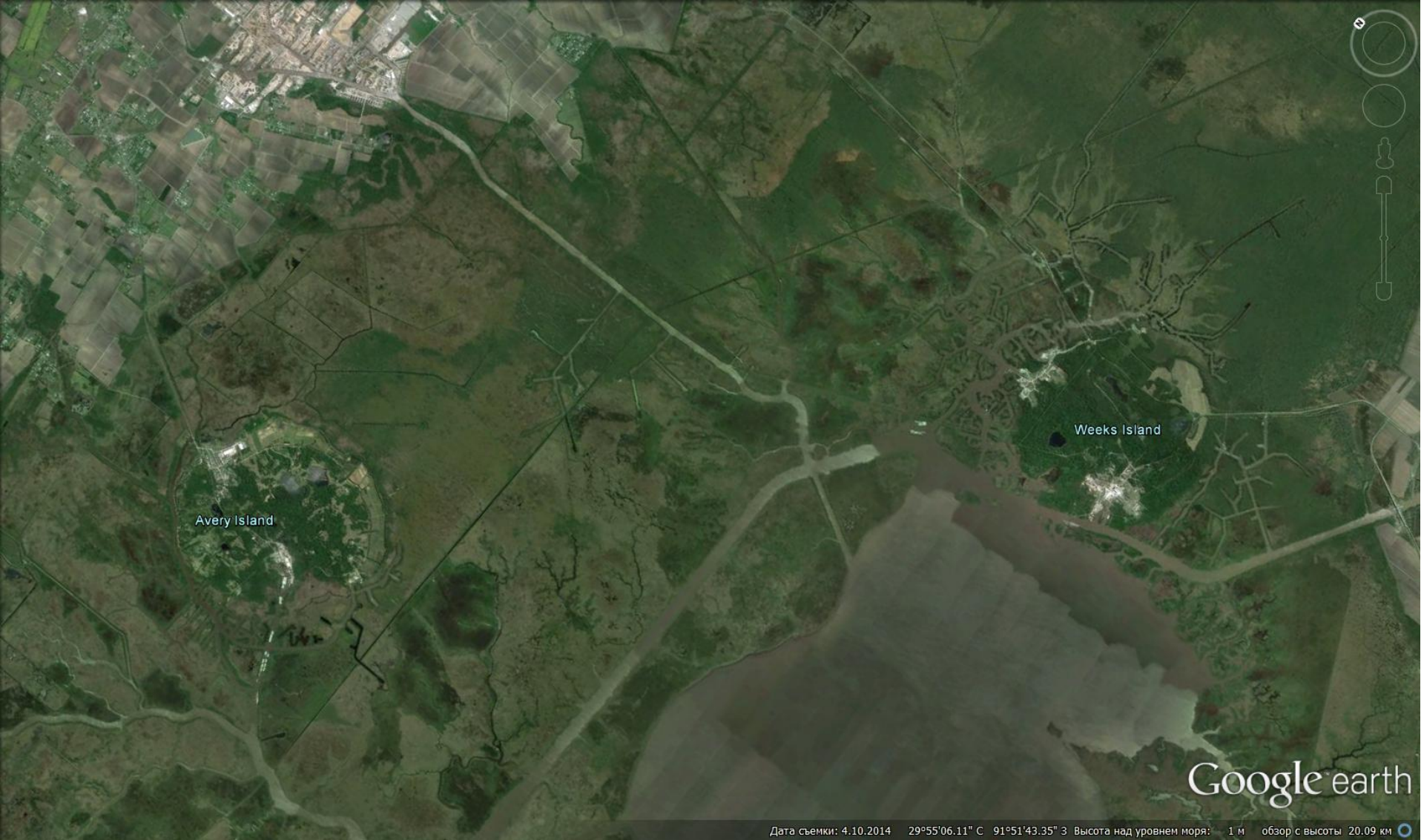
- Карстовые воронки

- ***Нуклеары***

- ***Гипотетические – воронки водородной дегазации***

! Тектонические кольцевые структуры:
разделяются на

- положительные (своды и купола)**
- отрицательные (впадины и мульды),**
- солянокупольные структуры (отдельные купола или их группы и межкупольные депрессии)**
- разрывы и зоны трещин кольцевой и дуговой форм в плане.**

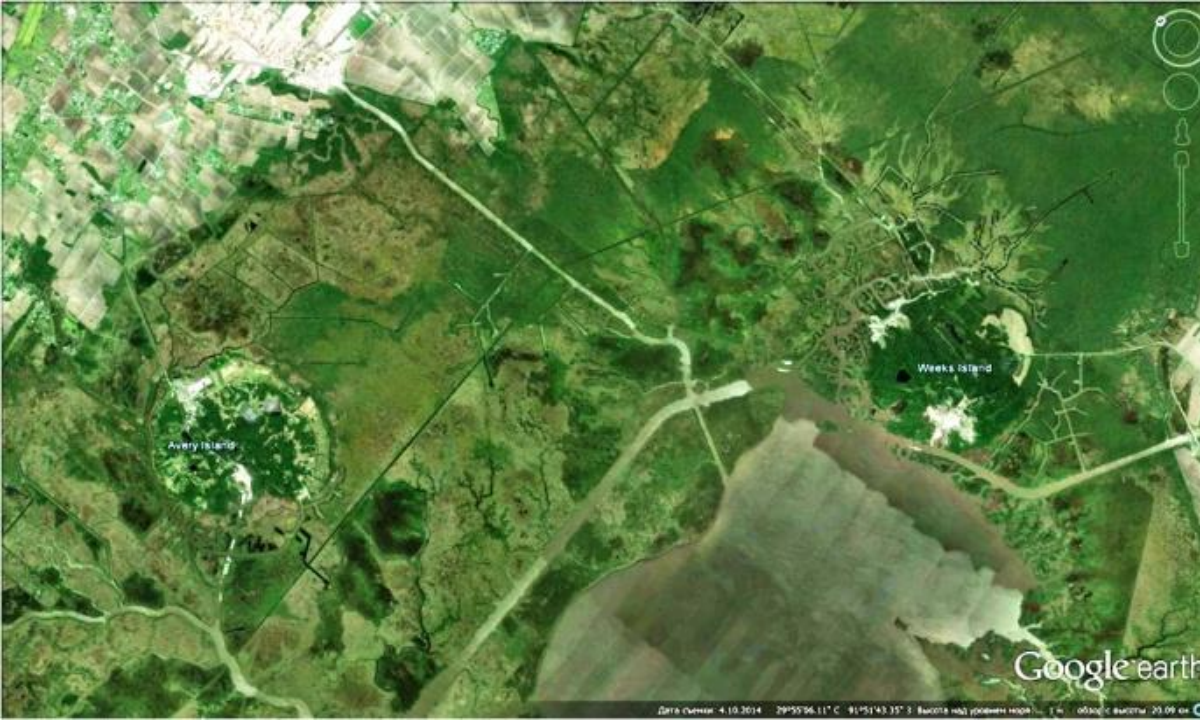


Дата съемки: 4.10.2014 29°55'06.11" С 91°51'43.35" З Высота над уровнем моря: 1 м обзор с высоты 20.09 км

Соляные купола США, побережье Мексиканского залива

Аэрокосмос 2022-кольцевые
структуры_л-8 Милосердова Л.В.

Побережье Мексиканского залива

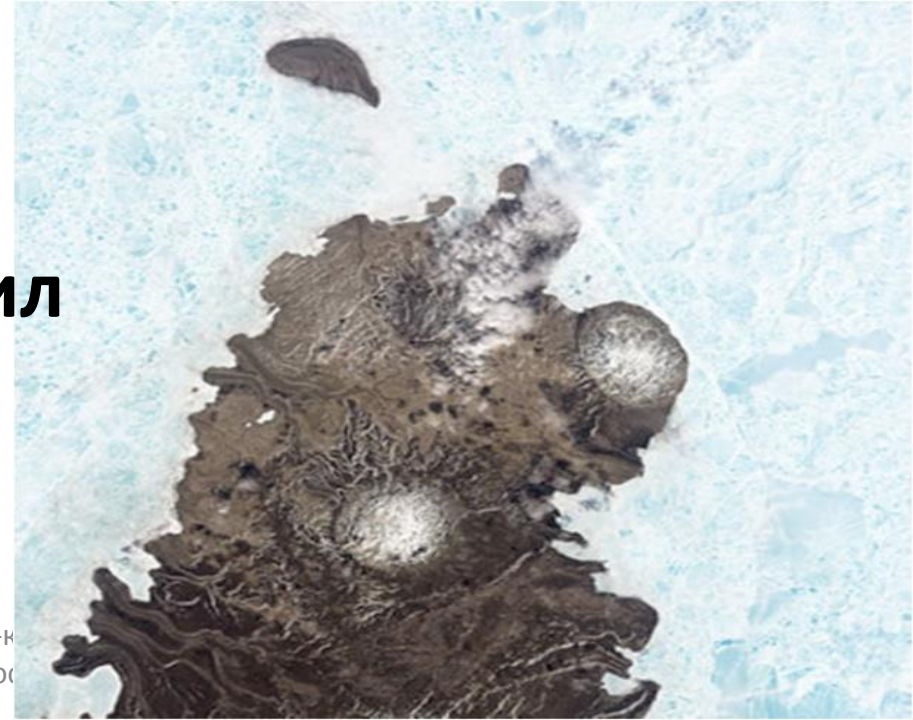


Дата съемки: 4.10.2014 29°50'36.11" С 91°51'43.35" З Высота над уровнем моря: 1 м обзор с высоты: 20.09 км

Соляные купола

Остров Мелвил

Поперечник структур – около 3 км



Аэрокосмос 2022-к
структуры_л-8 Мило

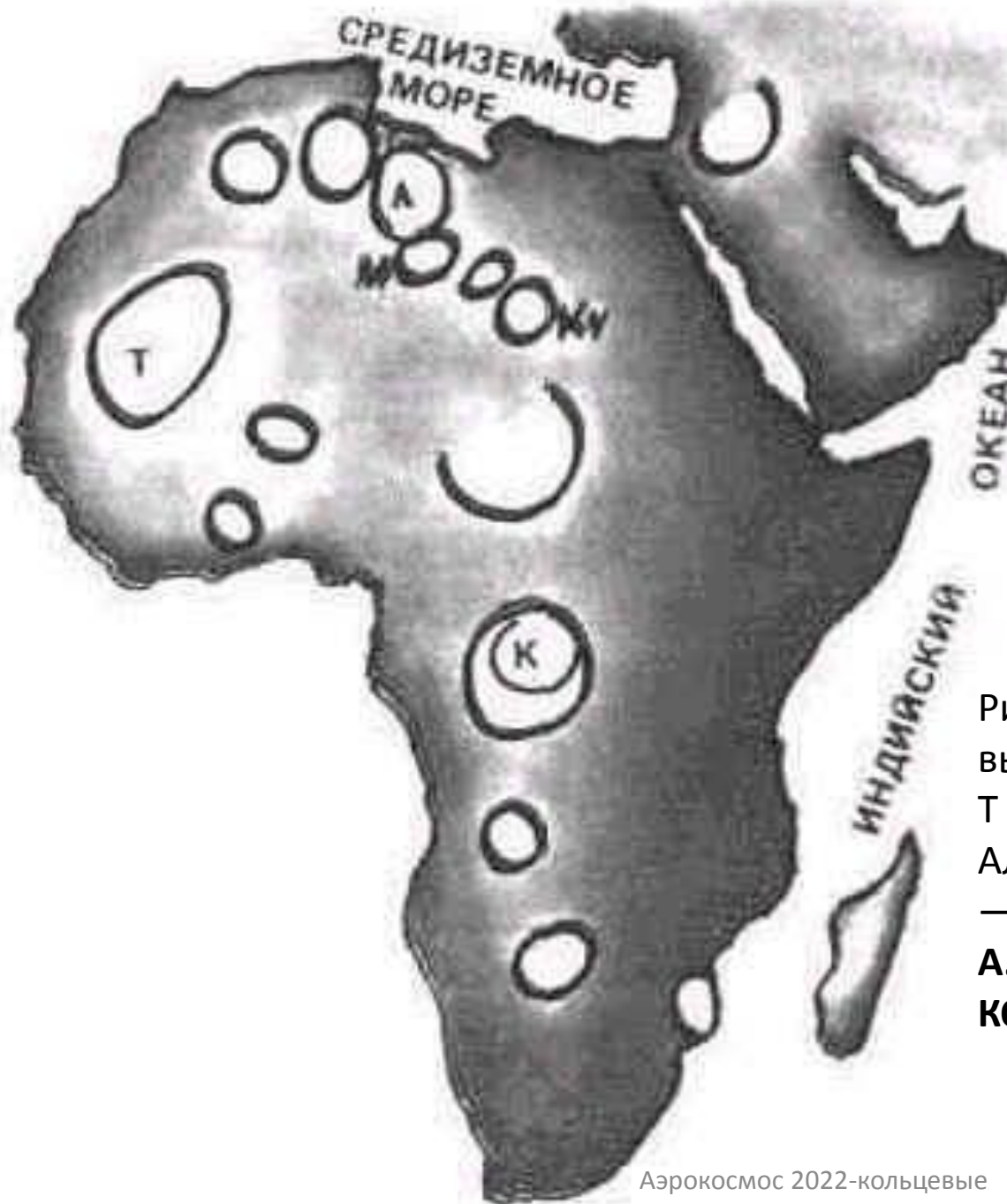
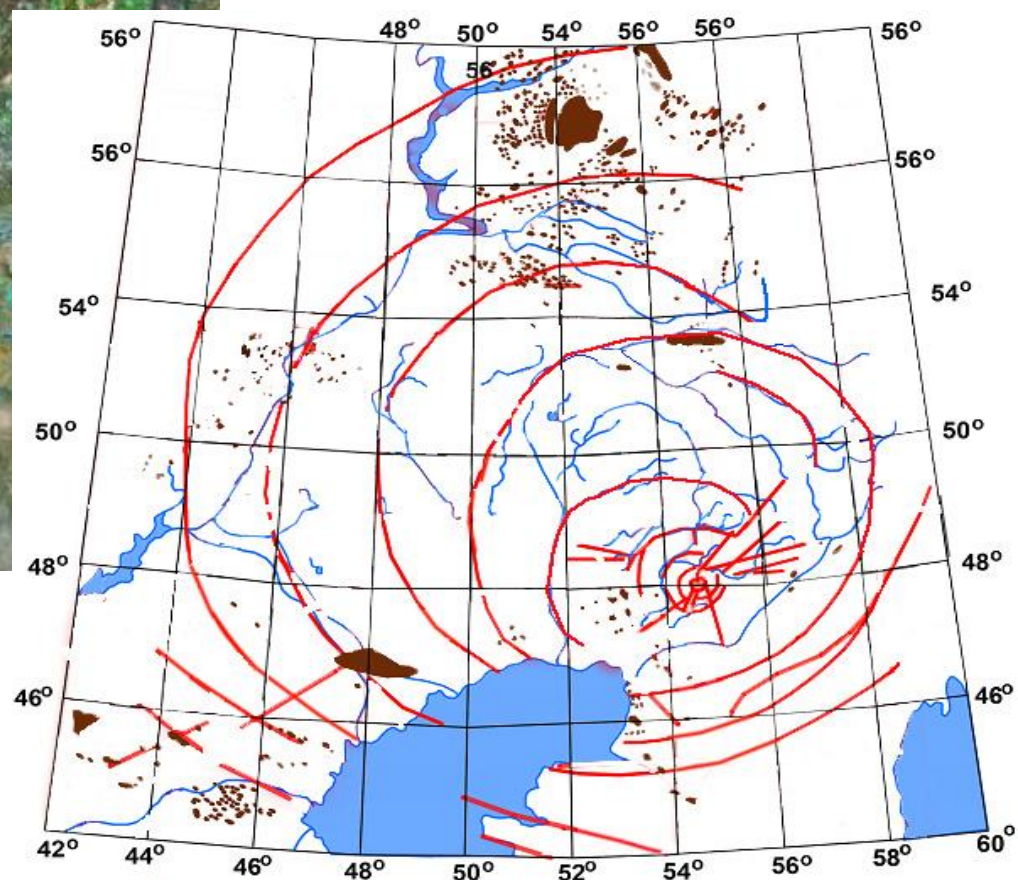
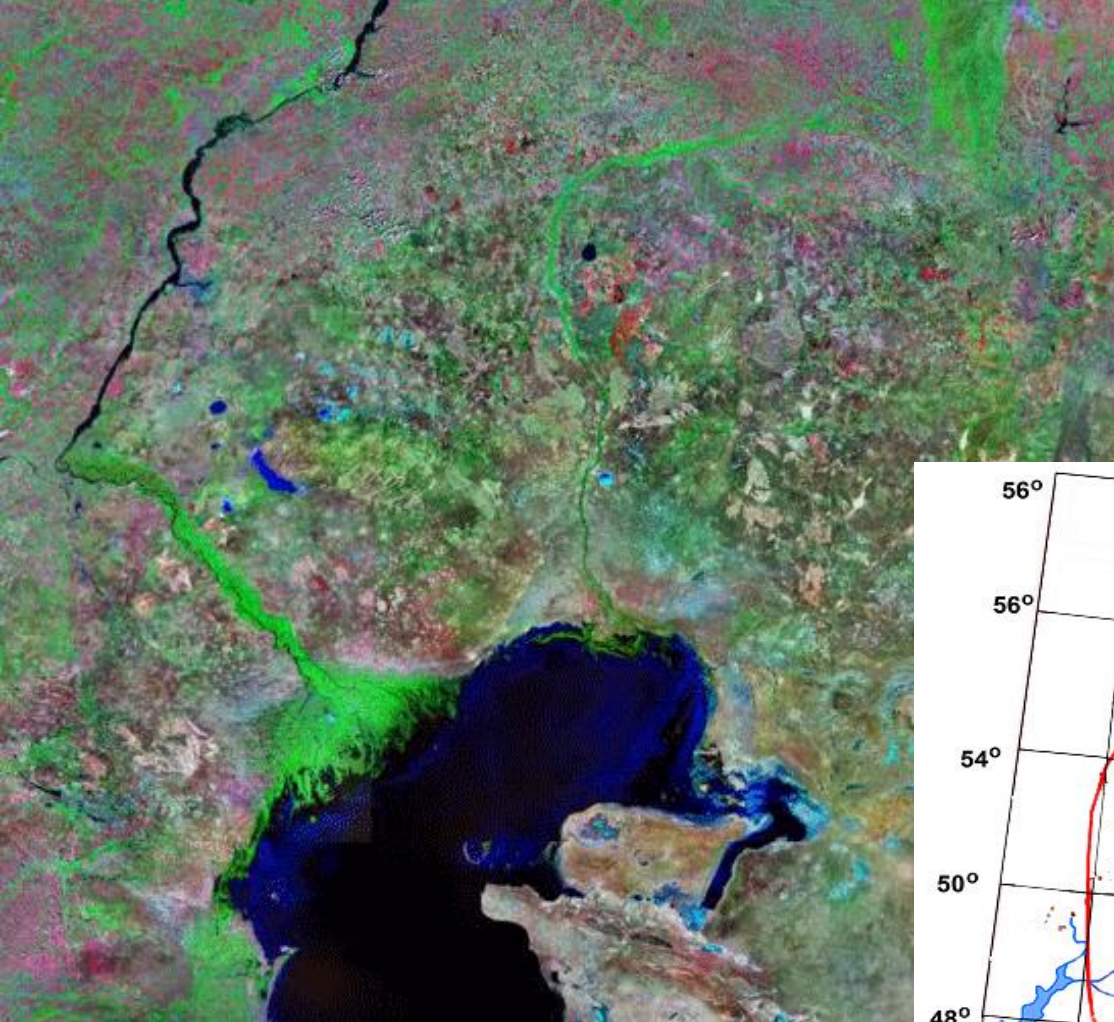


Рис. 3. Крупные тектогенные кольцевые структуры Африки; Т — Таудени; К — Конго; А — Алжиро-Ливийская; М — Мурзук; Ку — Куфра (по Я.Г. КАЦУ, А.И.Полетаеву, Е. Д. СУЛИДИ-КОНДРАТЬЕВУ)



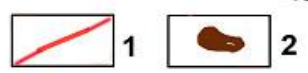
Конго - крупный прогиб

Аэрокосмос 2022-кольцевые
структуры_л-8 Милосердова Л.В.



Прикаспийская синеклиза

Аэрокосмо
структуры_л-





а



б



в

**Кольцевые структуры,
проявленные
гидросетью**

а – Южный Судан, б -
Южный Судан,
месторождение нефти
Южная река, в –
северный склон
Татарского свода,
месторождение нефти
Бухарское,

Аэрокосмос 2022-кольцевые
структуры_л-8 Милосердова Л.В.



Магматогенные: вулканические и плутонические

Плутогенная кольцевая структура. Карбонатитовый массив. Гора Кондер в России Аяно-майского района. Расположение: Россия, Хабаровский край, Аяно-Майский район На его территории находится одно из самых больших в мире месторождение платины

Аэрокосмос 2022-кольцевые структуры Л-8 Милосердова Л.Б.

Магматогенные



Инtruзия нефелиновых сиенитов Хибин и Ловозеро

Аэрокосмос 2022-кольцевые
структуры_л-8 Милосердова Л.В.



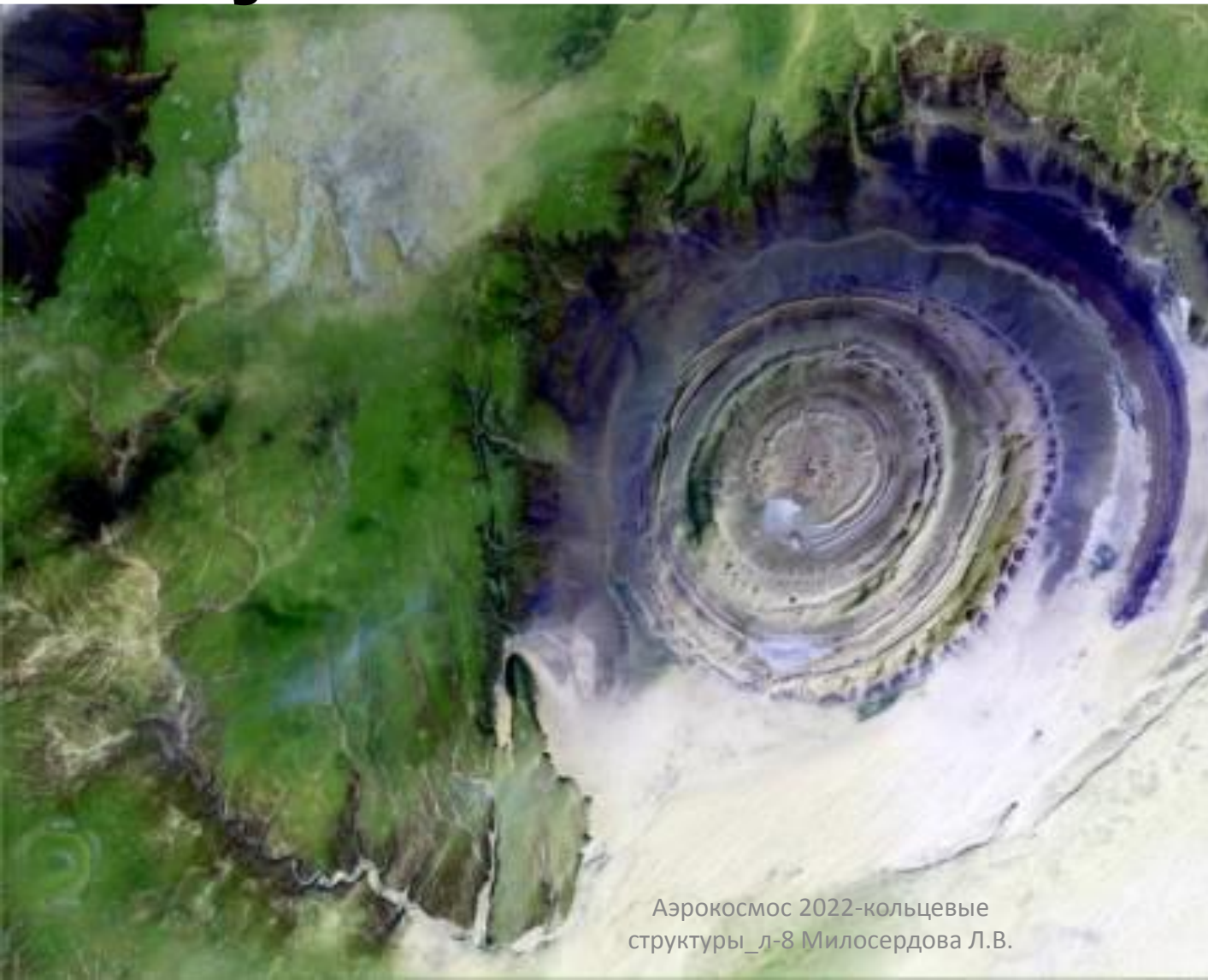
Дифференцированный: в нижней части дуниты, перидотиты, пироксениты; выше — нориты, габбро, анортозиты и в самом верху — гранитоиды.

Богатейшие м-ния: (Pt, Cr, Fe-Ti-V, Au, Cu-Ni, Cu-Pb-Zn)

Бушвельдский лополит

Аэрокосмос 2022-к
структуры_л-8 Милосе

Криптоплутонические: структура Ришат связана с интрузией долеритов на глубине



Аэрокосмос 2022-кольцевые
структуры_л-8 Милосердова Л.В.

Магматогенные



Вулканические структуры

Кальдеры

**Кальдера Гейзера.
Иеллоустонский
национальный парк**

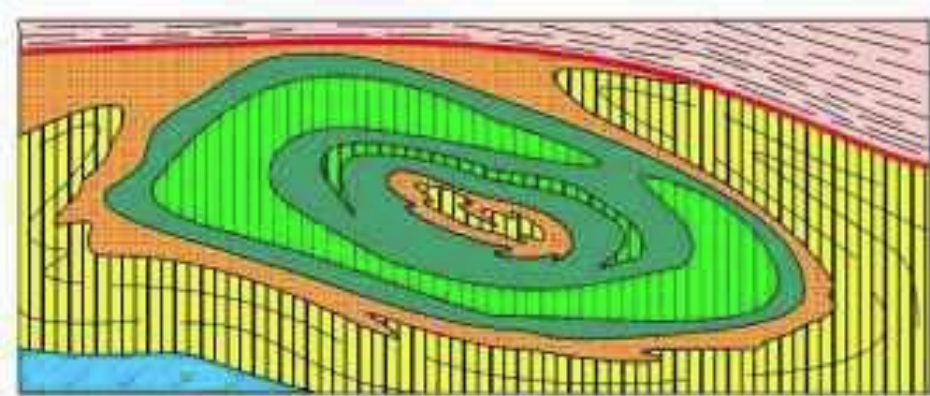
Магматогенные



Кольцевые структуры, образованные вулканами: а - Везувий, б – вулканы Камчатки



Вулканические конуса и депрессии
Фудзияма – вулканический конус в депрессии



**Геологическая карта и аэрофото
структуры Овал**



Аэрофото. Купол Овал

Конфигурация структурных линий
сдвигового и купольного генезиса
в средней части
Центральной купольной зоны

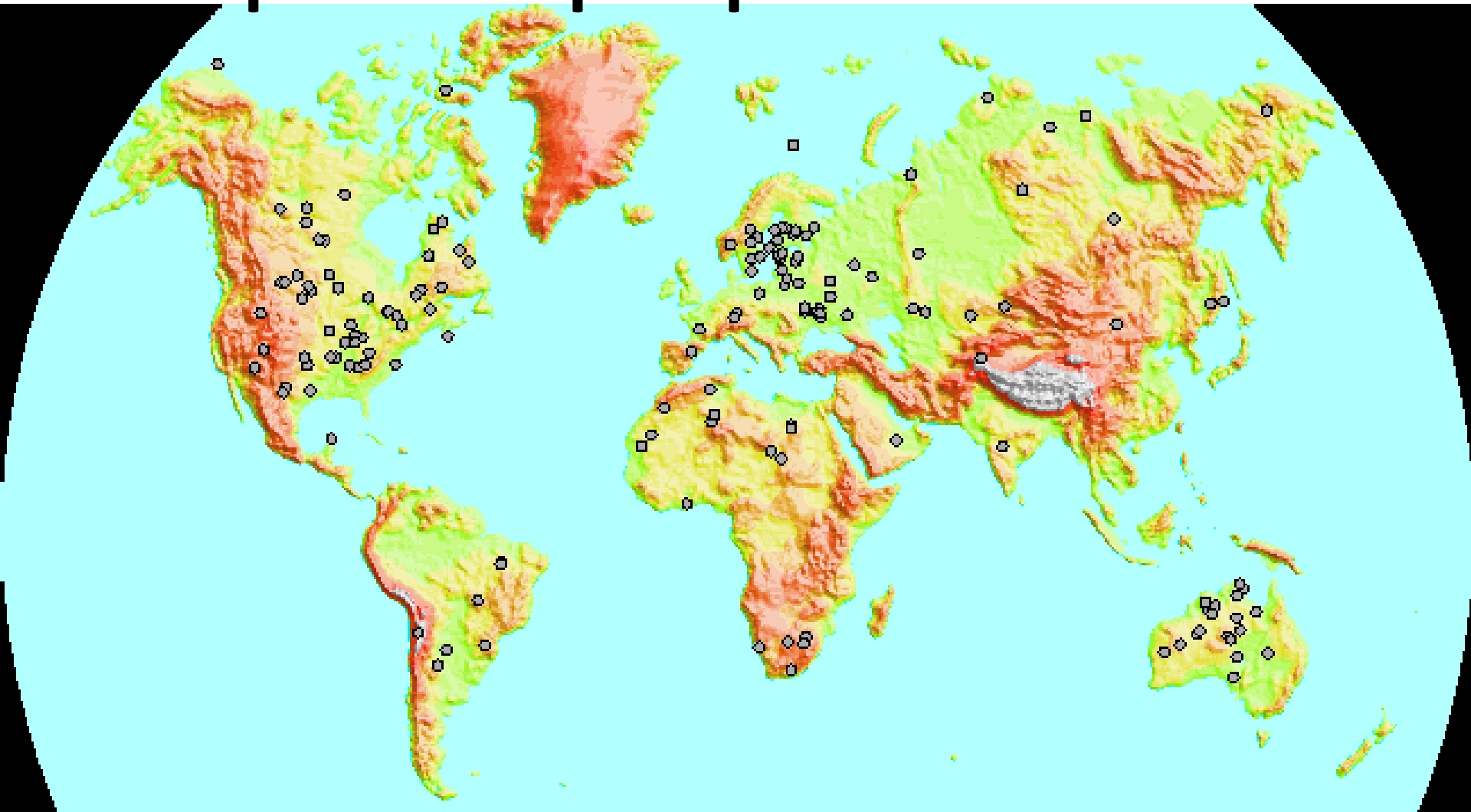


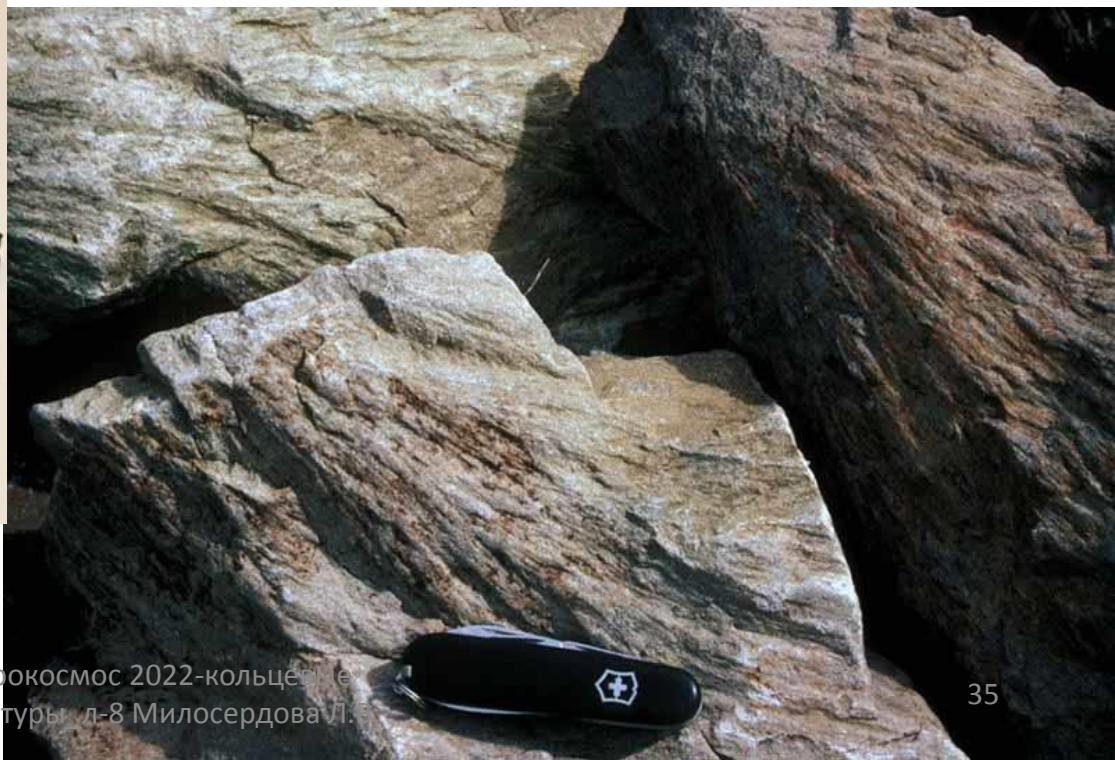
Метаморфогенные

Структурные рисунки района о. Ольхон, Байкальская область <http://plate-tectonic.narod.ru/baikalphotoalbum.html> <http://geo.web.ru/~sgt/articles/>

Импактные

Метеоритные кратеры на Земле



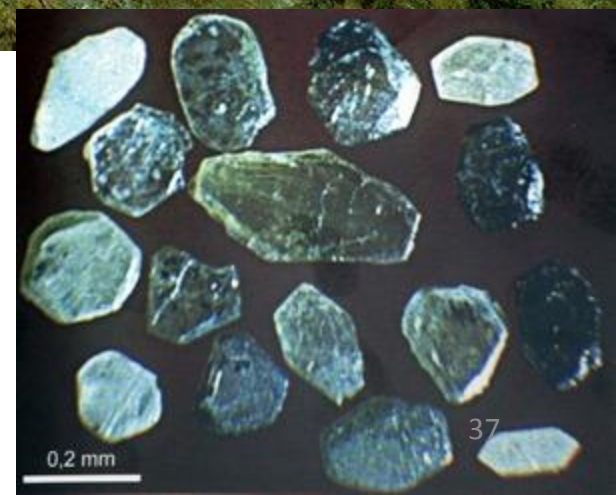
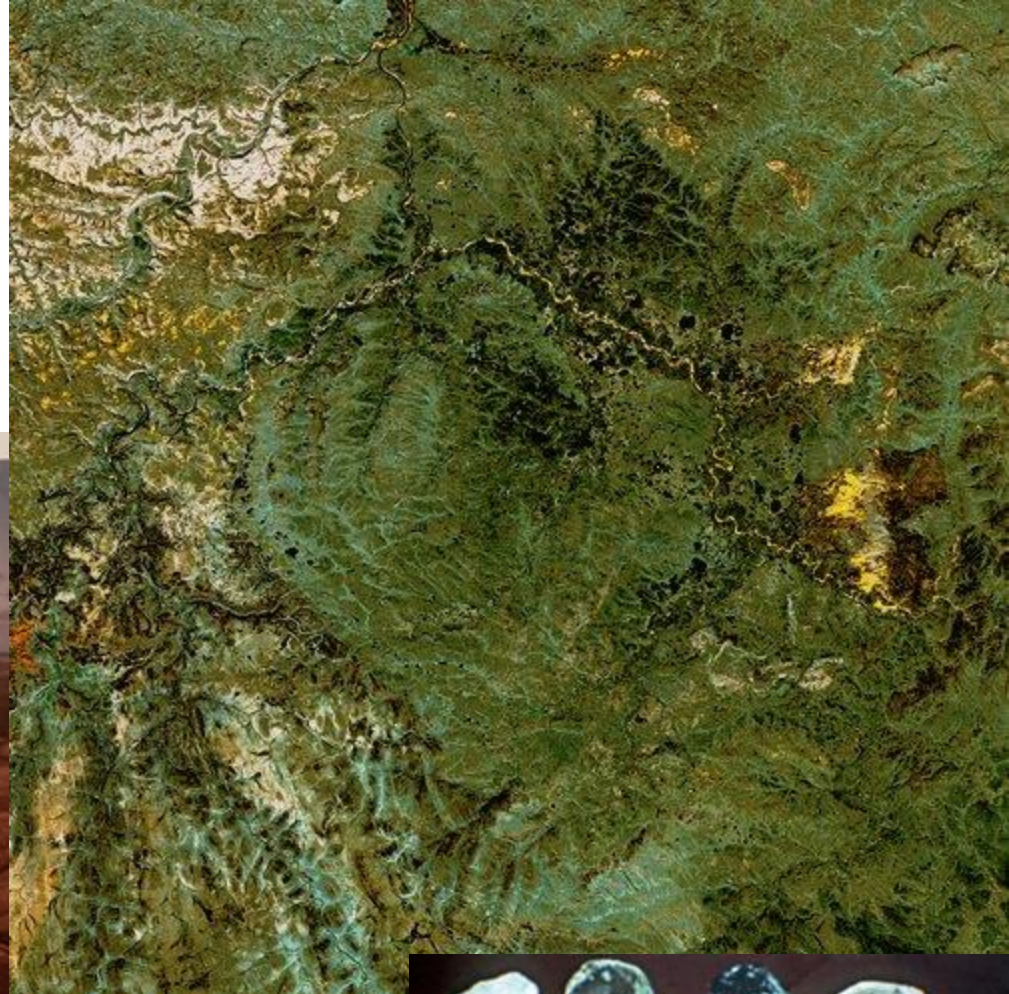


Тектиты

Аэрокосмос 2022-кольцевые структуры, л-8 Милосердова Л.

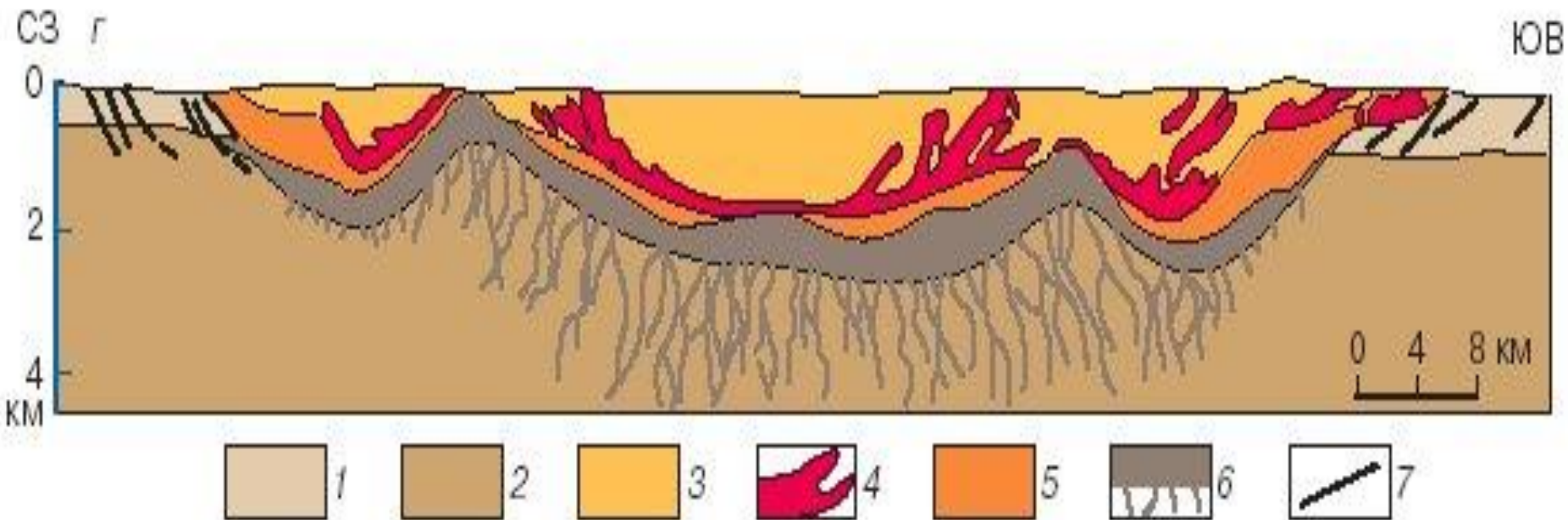


а – Аорунга, б – Чистая вода, в – Аризонский метеоритный кратер, г – Маникуаган (Google, «Планета Земля»)



Попигайская структура

Аэрокосмос 2022-кольцевые структуры Л-8 (Милосердова Л.В.)



Попигайский многокольцевой импактный бассейн: общий план и схематический радиальный разрез в запад-северо-западном направлении . Легенда к плану: 1 - импактиты Попигайской астроблемы; 2 - центр кратера; 3 - прослеженные и предполагаемые элементы кольцевой структуры; 4 - мезозойские породы мишени; 5 - палеозойские породы мишени; 6 - протерозойские породы мишени; 7 - архейские породы мишени. Легенда к разрезу: 8 - зона дробления и разломов; 9 - брекчии подкратерной зоны пластического течения; 10 - клиппеновая брекчия; 11 - мегабрекчия; 12 - ударно-расплавные породы; 13 - зюви

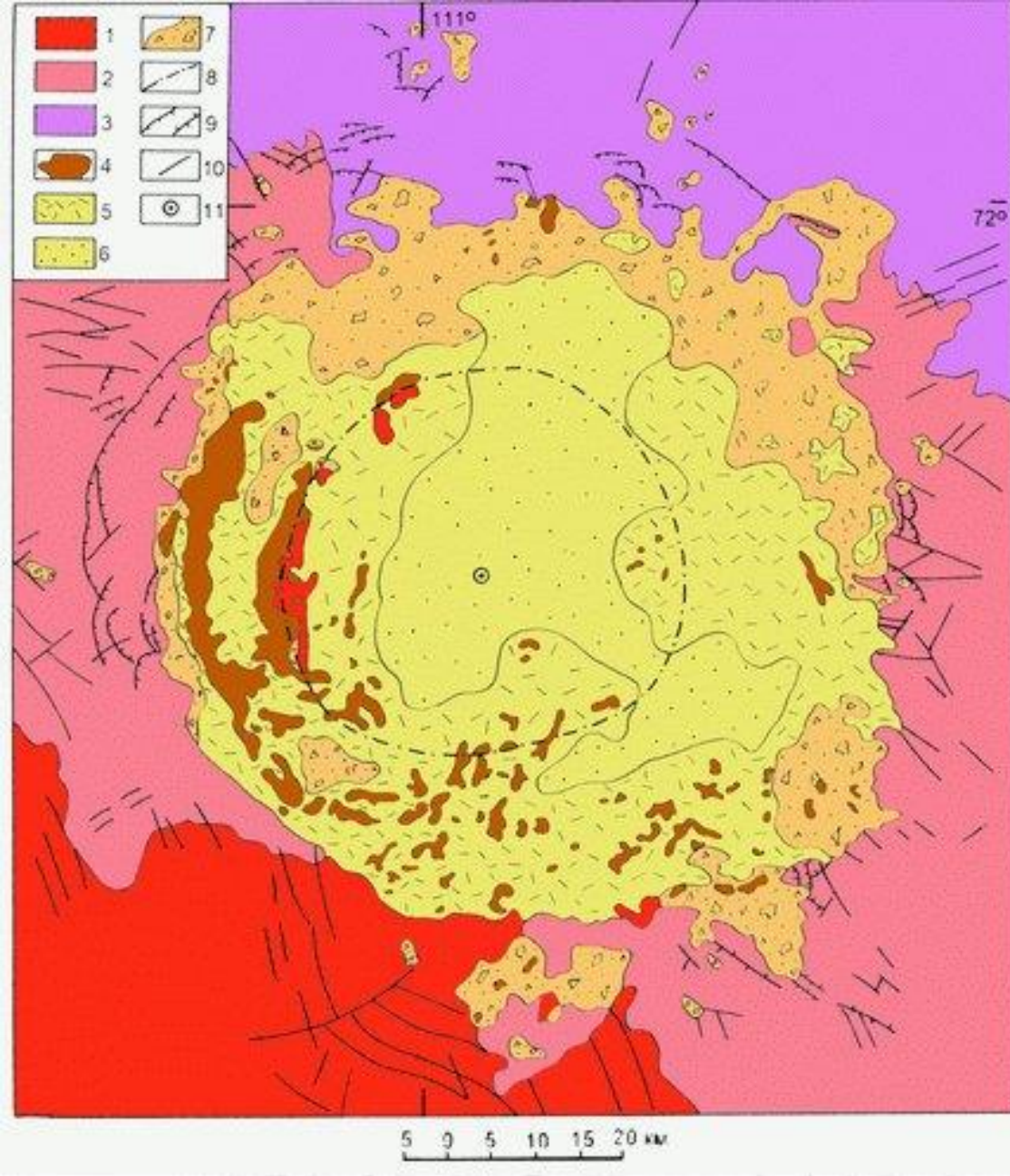


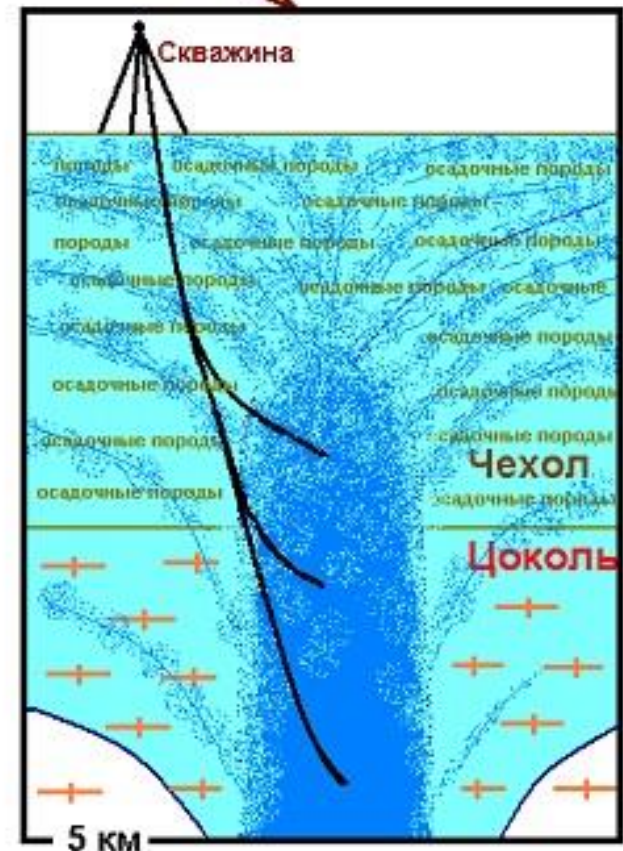
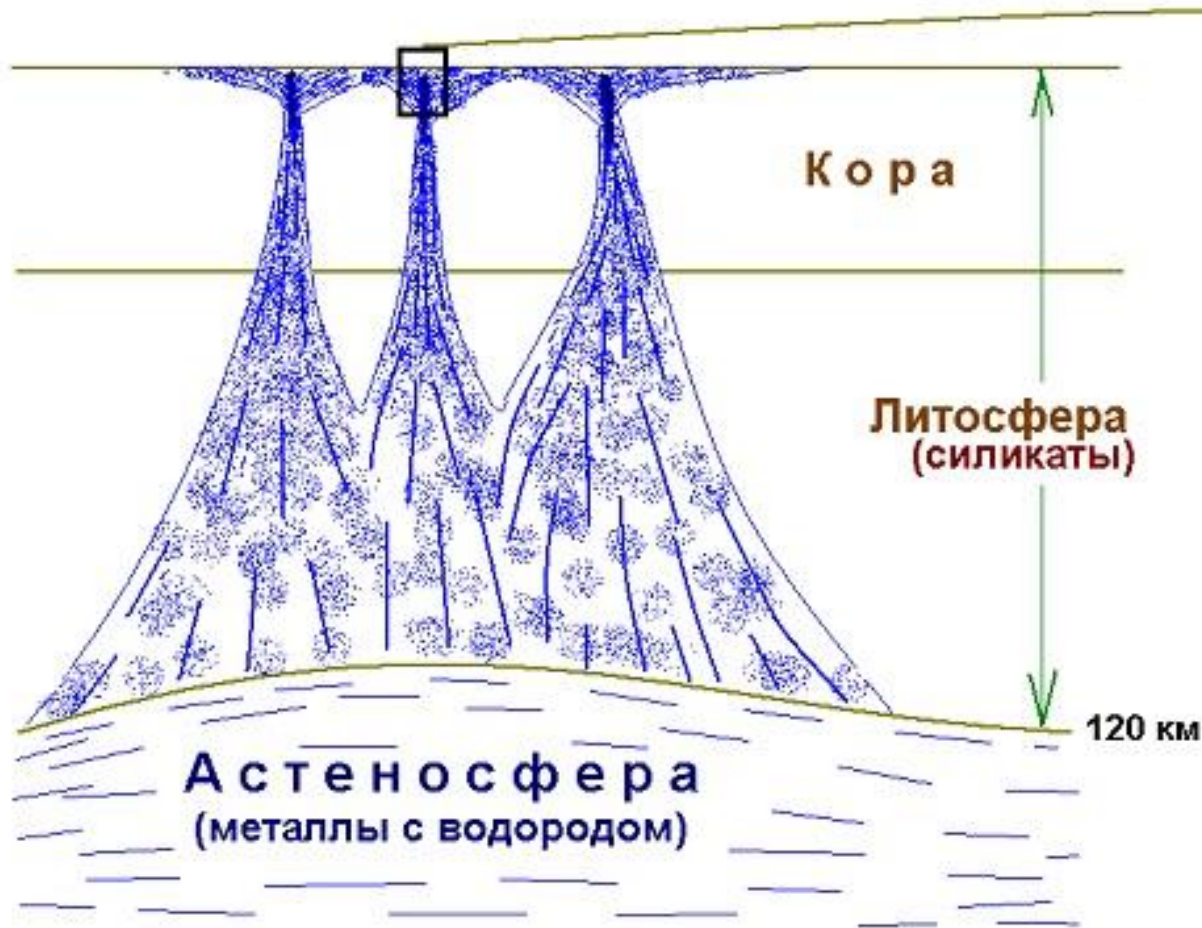
Схема геологического строения Попигайского кратера по [9] 1 - кристаллические породы верхнеанабарской хапчанской серий архея; 2 - осадочные породы верхнего протерозоя и нижнего палеозоя; 3 – осадочные вулканогенно-осадочный породы верхнего палеозоя и мезозоя; 4 - тагамиты; 5 - зювиты; 6 - псаммито-алевритовые брекчии; 7 - аллогенные брекчии; 8 - гребень кольцевого поднятия; 9 - надвиги и сбросы; 10 - разрывные нарушения не установленной морфологии; 11 - центр кратера. По Масайтису и др., [1980, 1998]



Нуклеары — древние ядра континентов

! Экзогенные структуры - карст





Следы водородной дегазации.

Характер водородной дегазации в литосфере. В верхних горизонтах земной коры темно синим цветом показаны водородопроводы. На врезке справа, скважина вскрывает верхнюю часть водородопровода



Лесопосадки и черноземное поле в северо-восточном пригороде Липецка. Диаметры кольцевых структур от 100 до 250 метров. Глубина - не более 4 м.



Следующая фаза развития кольцевых структур: диаметр – 2,5 км. Хорошо выражена центральная депрессия. В результате на черноземном суходоле образовалось болото. (Восток Воронежской области).

Аэрокосмос 2022-кольцевые структуры_л-8 Милосердова Л.В.

Водородная дегазация на Русской платформе



Московская область, 1.5 км на юго-восток от г. Электросталь. Кольцевая структура проседания среди лесного массива (размеры 220x170 м). Бурые тона в центре – болото, «серый войлок» - упавшие деревья, зеленая окантовка – ольховник, «темный полумесяц» снизу – тени от деревьев окружающего леса

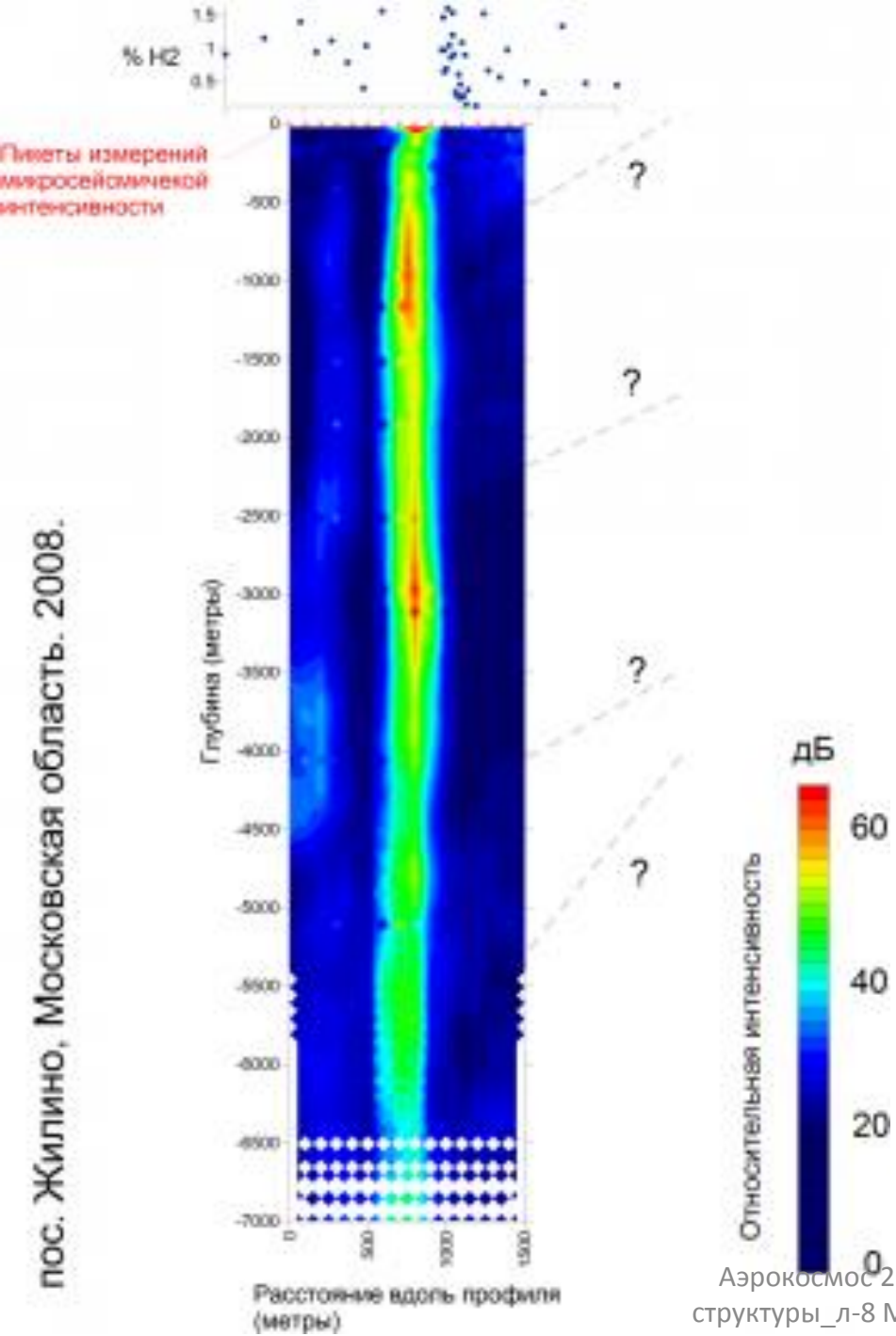


Кольцевая структура проседания в Московской области (между деревнями Жилино и Веревское, 22 км на ССЗ от Москвы, размеры 450x350 м). Старый преимущественно еловый лес уничтожен, структура просела, заболотилась, и заросла соснами

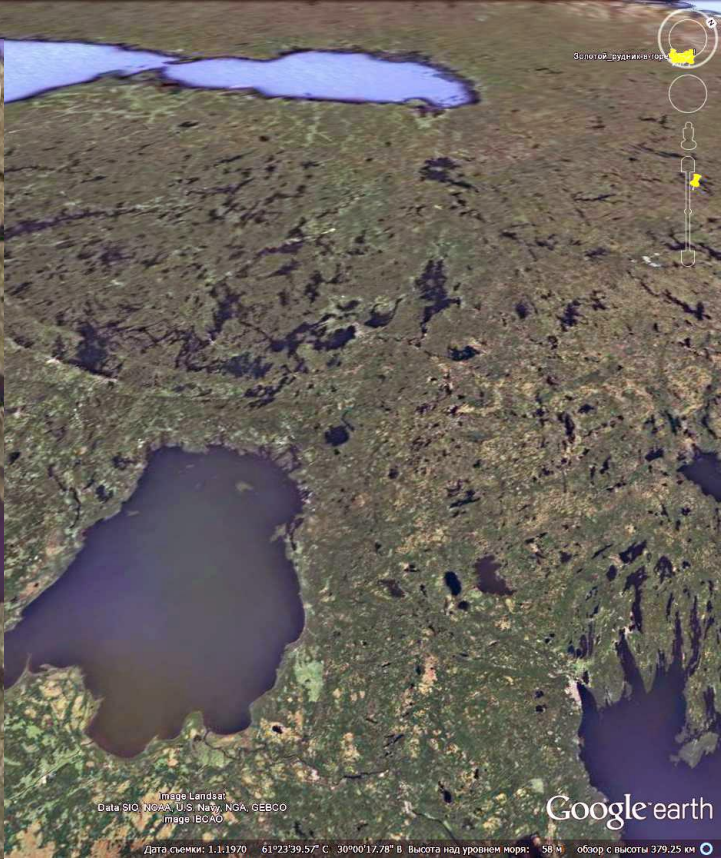
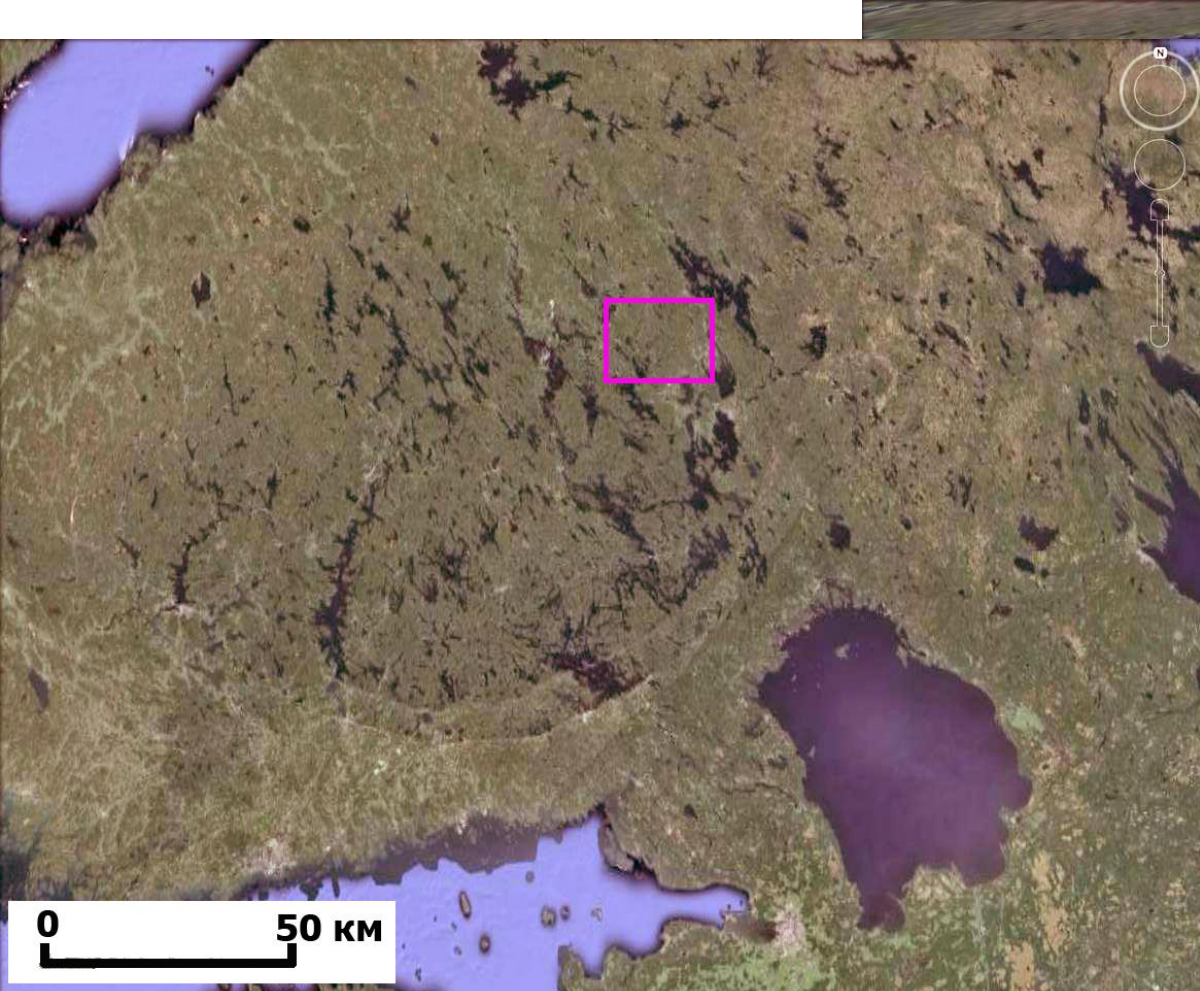


Круги, кольца и водородное выбеливание в северо-западной части Волгоградской области. Площади таких зон, пораженных водородным выбеливанием, измеряются сотнями квадратных километров, что наглядно иллюстрирует масштабы явления

Аэрокосмос-2022 кольцевые структуры_л-8 Мидосердова Д.В.

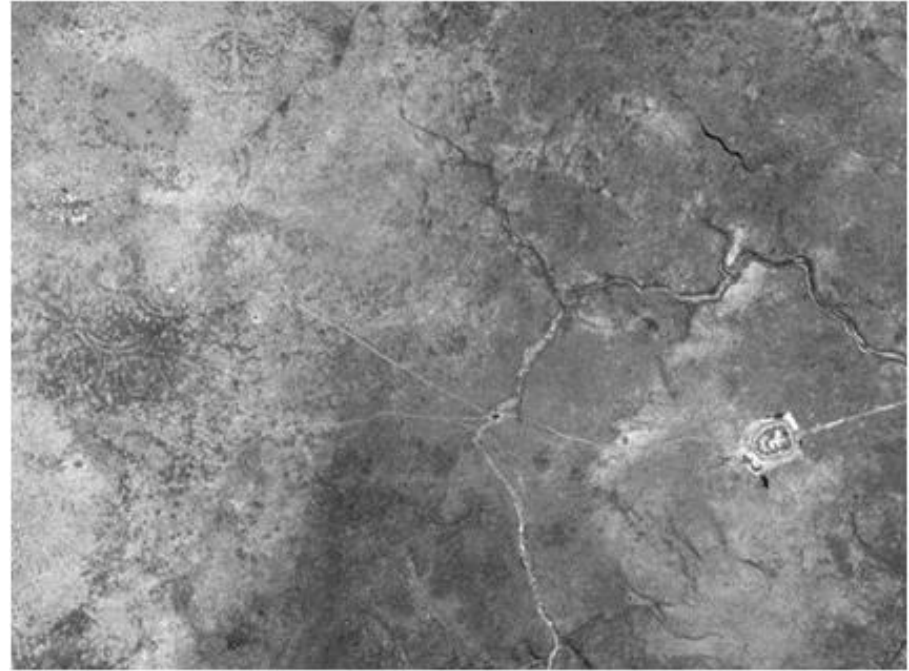
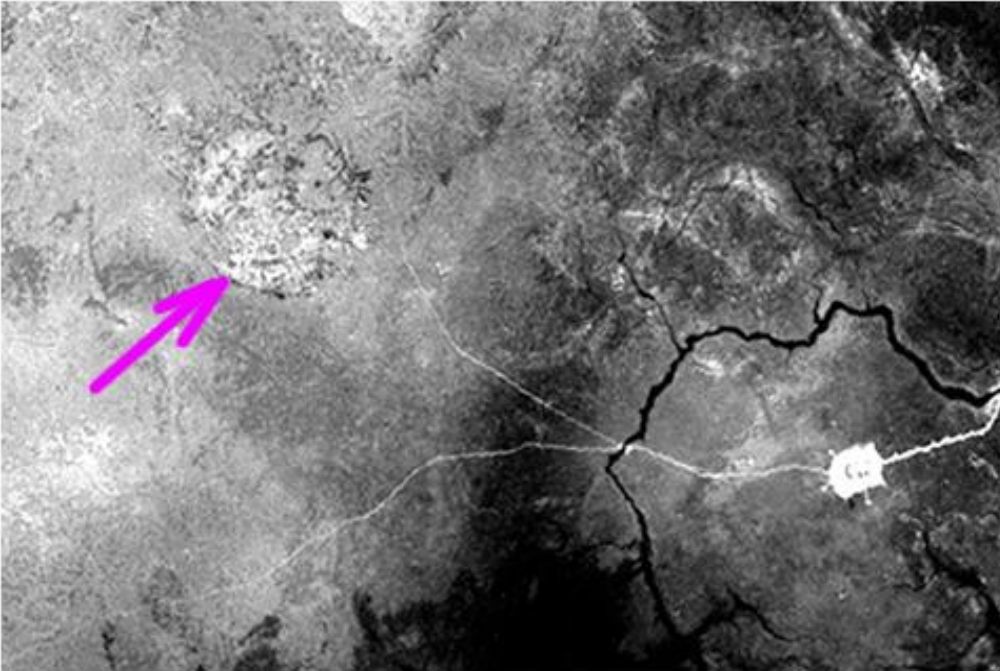


Результаты микросейсмического зондирования и Водородометрии (в почвенном воздухе) по широтному профилю через структуру проседания приведены на фиг. 8. Трубообразная вертикальная зона точно совмещается с кольцевой структурой. Цветовая шкала отражает различную степень поглощения микросейсм в децибелах (чем ярче – тем полнее поглощение).

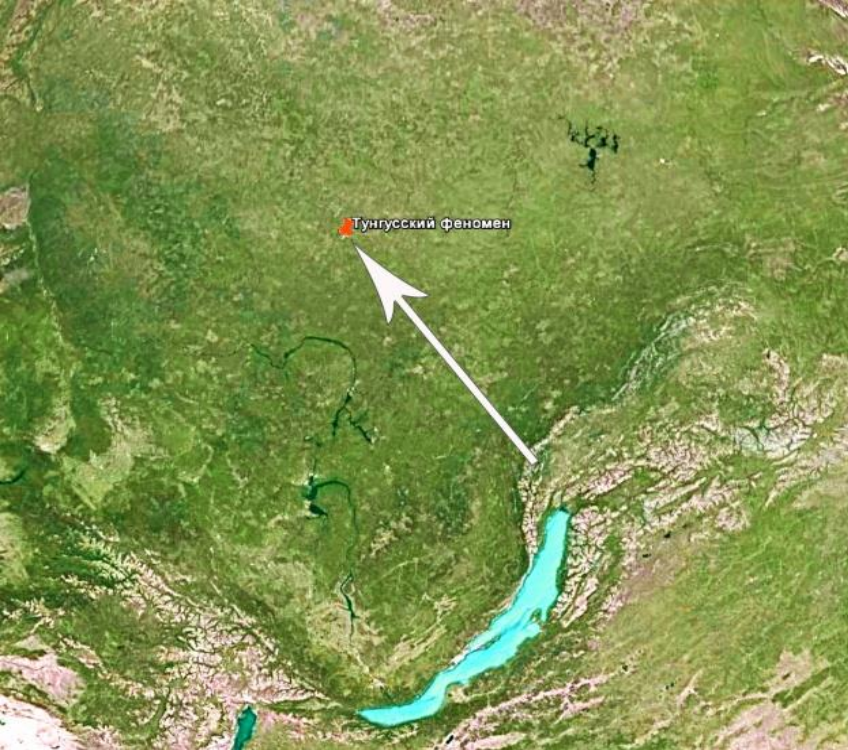


Южно-финская кольцевая структура

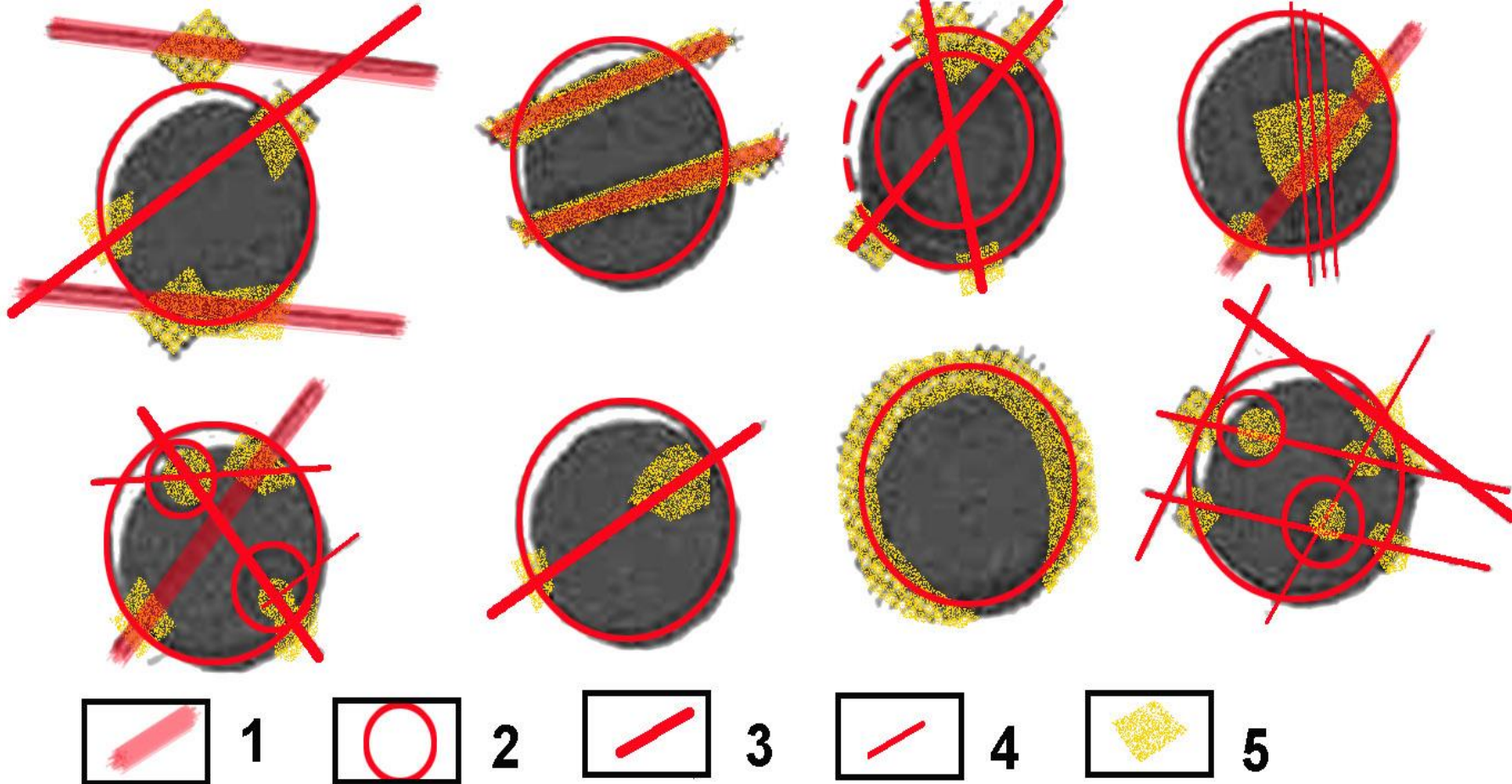
Неустановленного генезиса



Кольцевая структура Южного Судана а – в ближней инфракрасной зоне спектра, б – в видимом диапазоне



Тунгусская кольцевая структура а – обзорное изображение, б – кольцевая структура



! Связь с полезными ископаемыми

Модели структурно-тектонического контроля оруденения в вулканогенных поясах Центрального Казахстана (по Н. В. Скубловой) 1 — региональные разломы; 2 — кольцевые разломы; 3 — локальные разломы; 4 — оперяющие разломы; 5 — плугоны центрального типа, 6 — площади, благоприятные для скопления рудного вещества



Вихревые структуры

Вихревая структура Иранского нагорья

**Вихревыми
называются структуры,
имеющие в плане
форму буквы г, или s**

В 40-е годы китайский геолог Ли Сыгуан проводил исследования так называемых вихревых структур. По его мнению, подобные структуры возникают за счет поворота отдельных блоков. При этом они приобретают кольцевую форму. Так было положено начало еще одному из направлений в изучении кольцевых структур, которые позднее получили название ротационных.



Альпо-Апеннинская и Карпато-Балканская вихревые системы

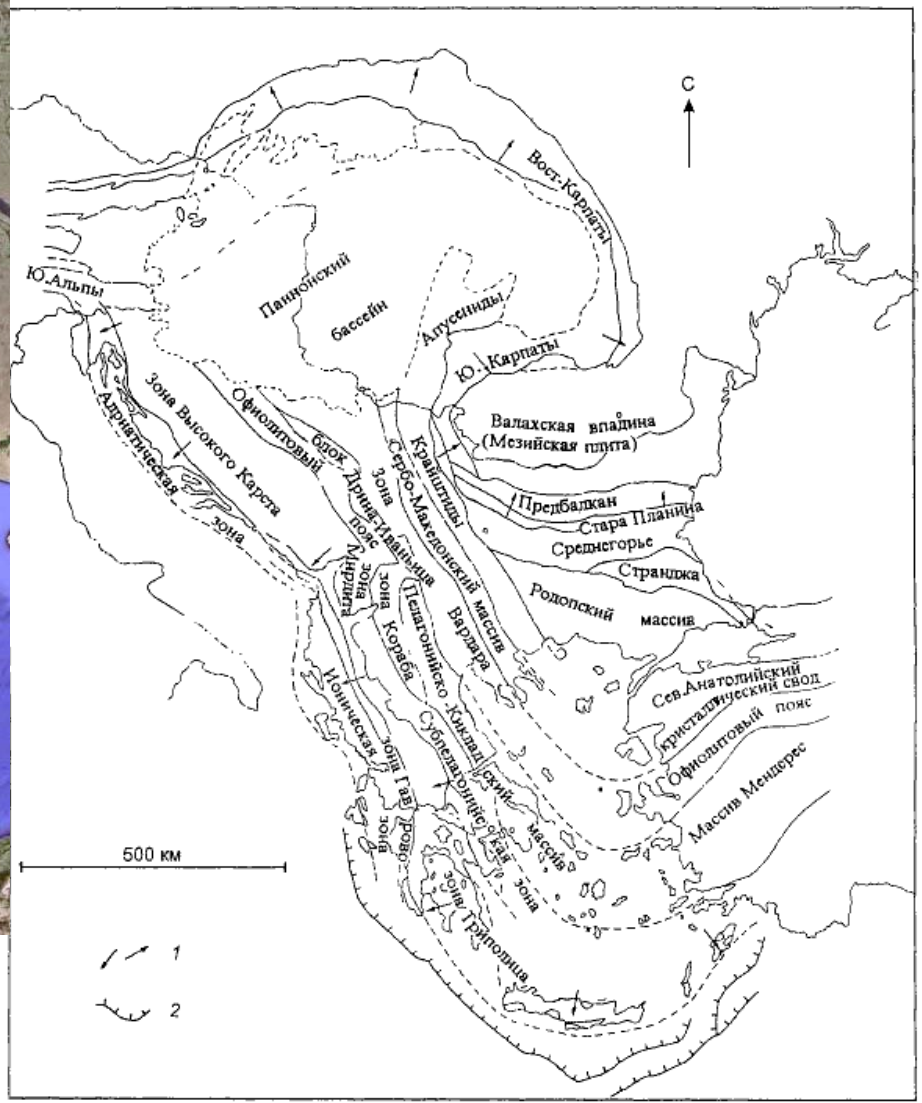
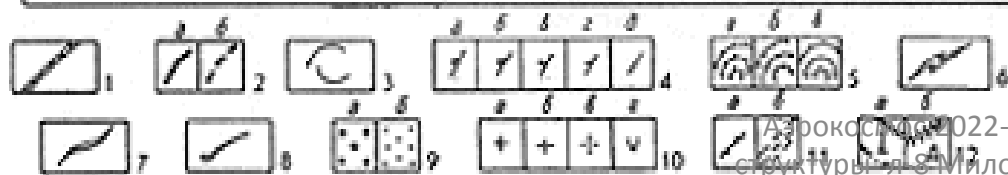
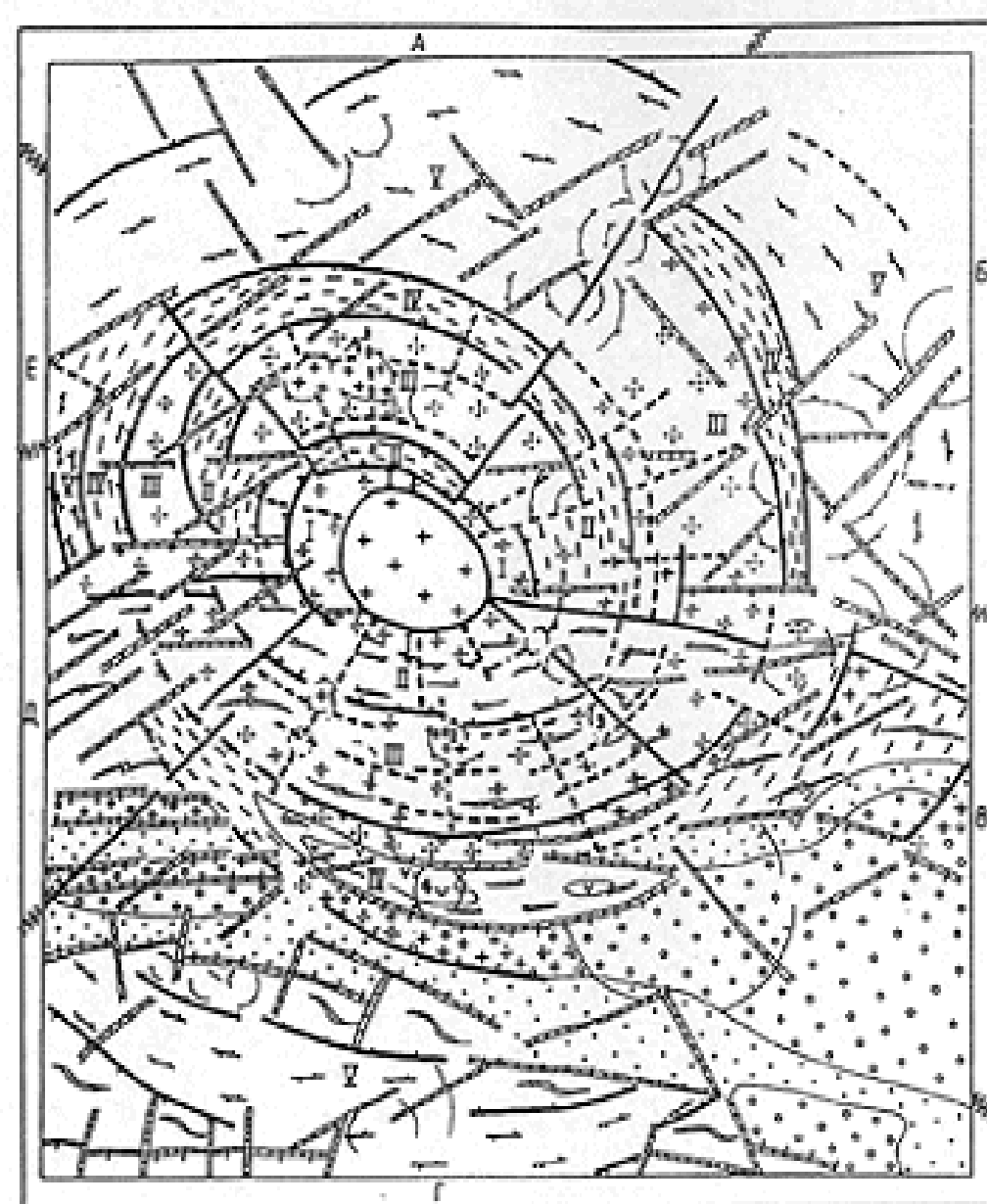


Рис. 11-10. Тектоническая схема Карпато-Балкана и Динарид-Эллинаид (по В.Швану)
1 – вергентности; 2 – Эллинский желоб и зона субдукции

восточной Польше. Чехол платформы (рис.11-11) включает полный разрез палеозоя и мезозоя в мелководно-морских карбонатных фациях с паралитическими структурами, л-8 Милосердова Л.В.

ким угленосным средним карбоном, германотиллиным триасом и эвалоритами, бимодальными вулканитами в перми и триасе, отрывочно развитый карбонатный

Пример вихревой структуры центрального типа, имеющей размер около 80-100 км в диаметре; территория Соловьевского свода, Верхнее Приамурье (Мясников, 1999)



- 1. Что такое кольцевые структуры?**
- 2. Каково строение кольцевых структур?**
- 3. Что думали о генезисе кольцевых структур в докосмическую эру?**
- 4. Что такое «астроблема»?**
- 5. Какой самый большой метеоритный кратер на Земле?**
- 6. Какая астроблема является большим месторождением полезных ископаемых?**
- 7. Как классифицируются кольцевые структуры по форме?**
- 8. Как классифицируются кольцевые структуры по размерам?**
- 9. Как классифицируются кольцевые структуры по генезису?**
- 10. Как классифицируются тектонические кольцевые структуры**
- 11. Как классифицируются магматогенные кольцевые структуры?**
- 12. Что такое криптовулканические кольцевые структуры?**
- 13. Как классифицируются метаморфогенные кольцевые структуры?**
- 14. Что такое импактные кольцевые структуры?**
- 15. Что такое нуклеары?**
- 16. Что такое экзогенные кольцевые структуры?**