

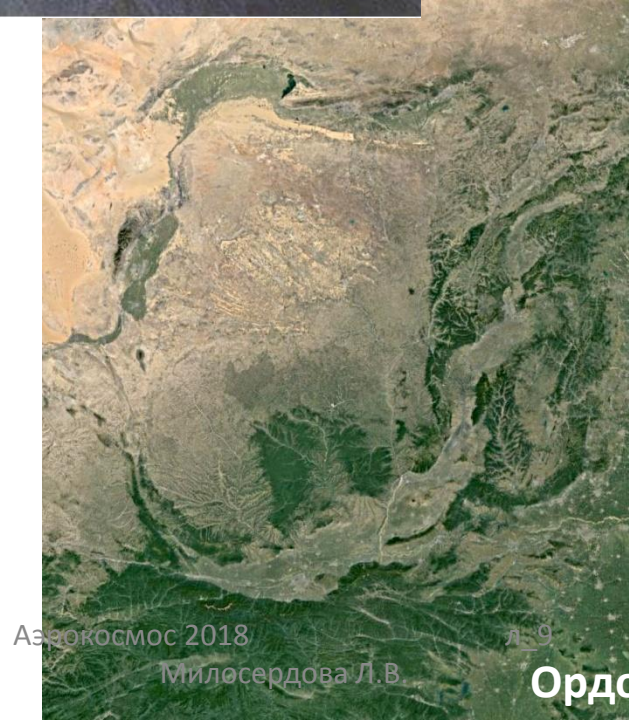


Земля, как и вода, содержит газы,
И это были пузыри земли.
В. Шекспир. *Макбет*

Лекция 9

Кольцевая структура РИШАТ

**Кольцевые
структуры
иллюзия или
реальность?**



Аэрокосмос 2018

Милосердова Л.В.

л. 9

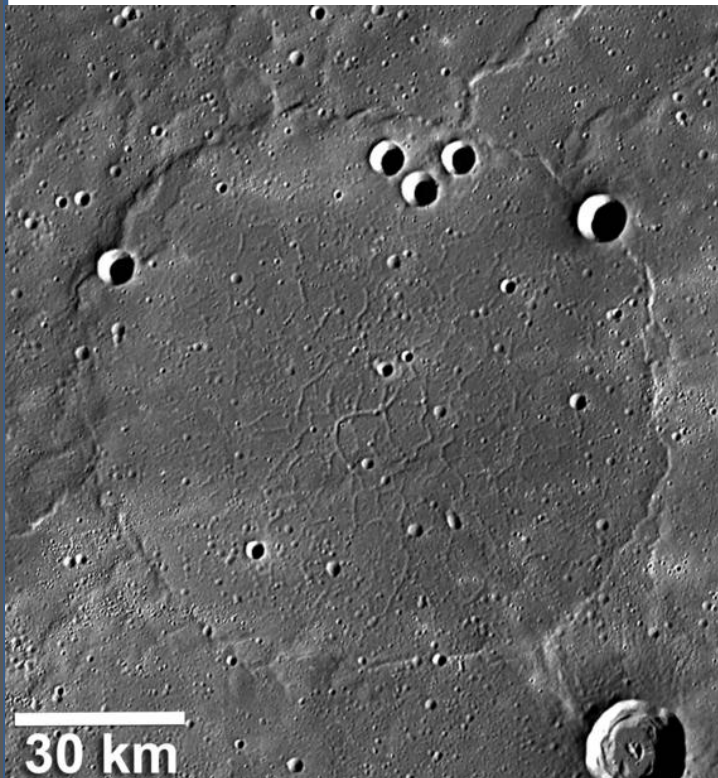
Ордосская кольцевая структура

! 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

! 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 — кольцообразные горы. В 1846 году известный астроном Груитуйзен впервые высказал предположение, что **кольцевые лунные горы — это кратеры, образовавшиеся при падении крупных метеоритов.**



Аэрокосмос 2018

Милосердова Л.В.

**Докосмическая
эра**

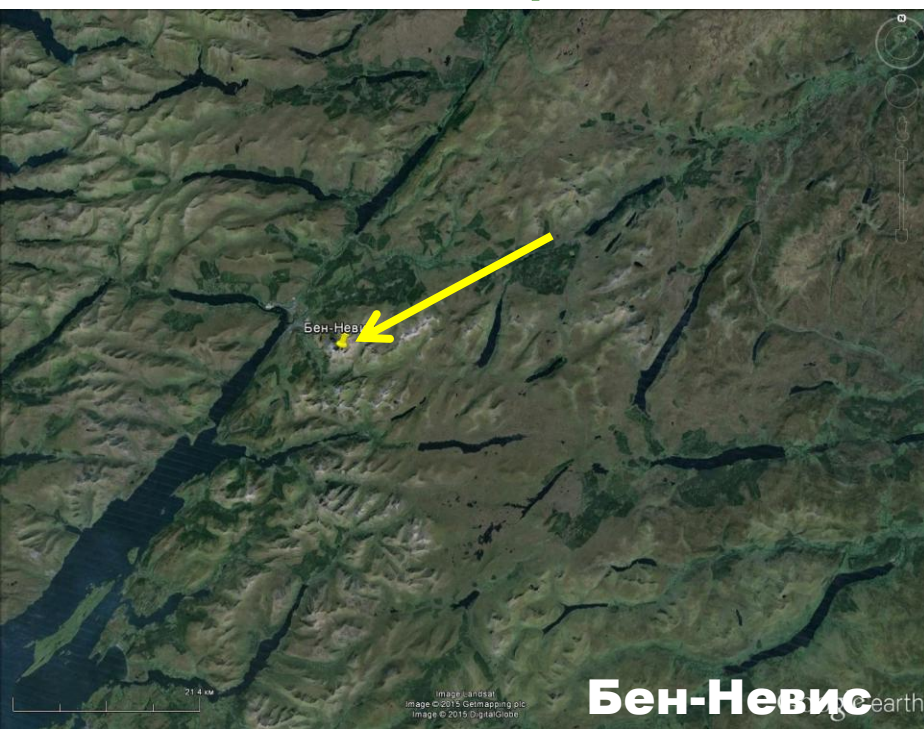
л_9

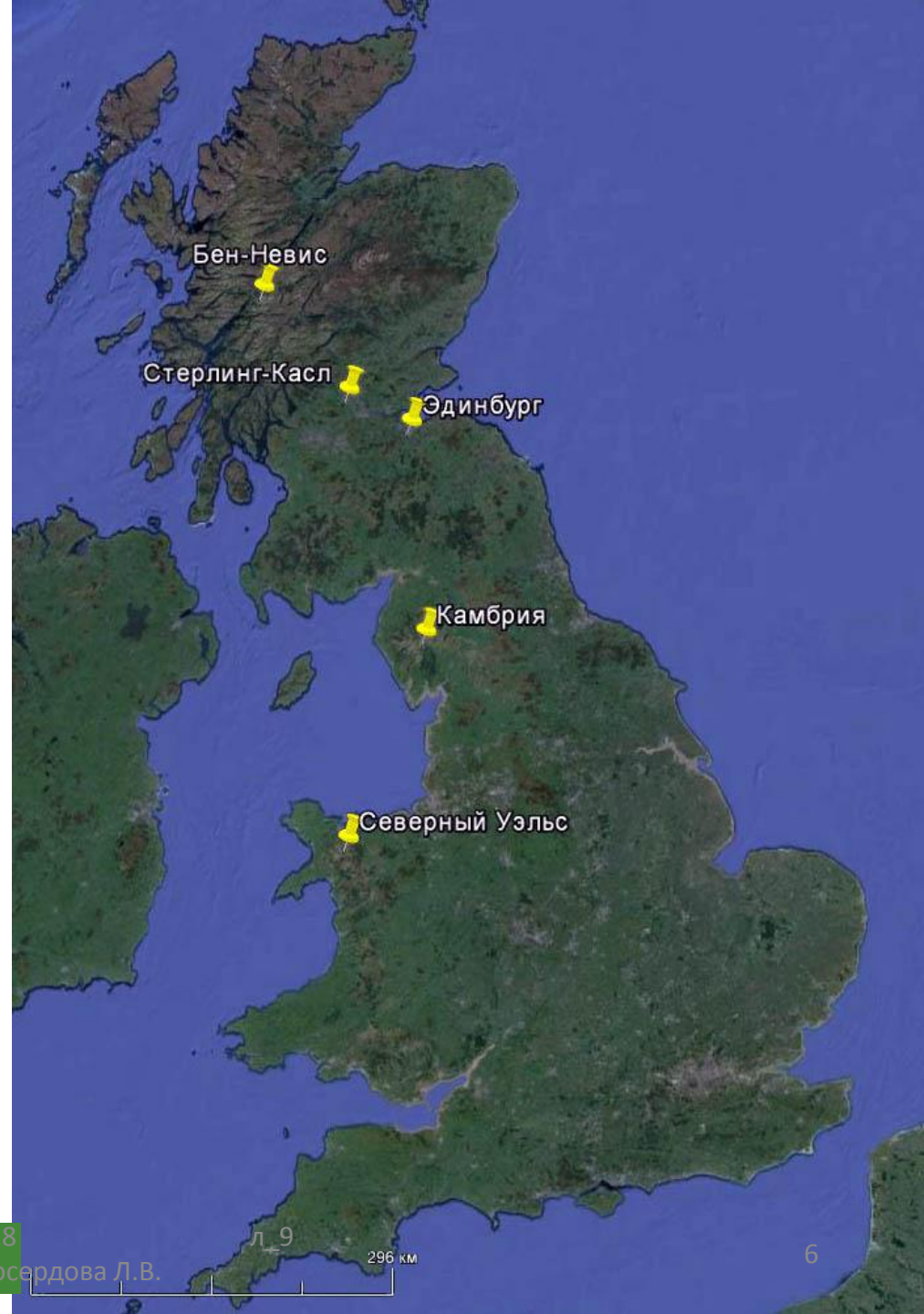
! Докосмическая эра

Другие теории

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

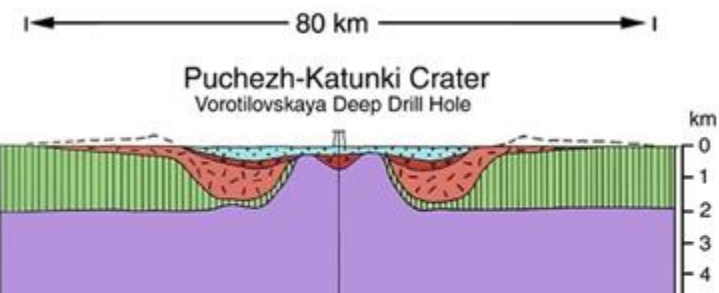
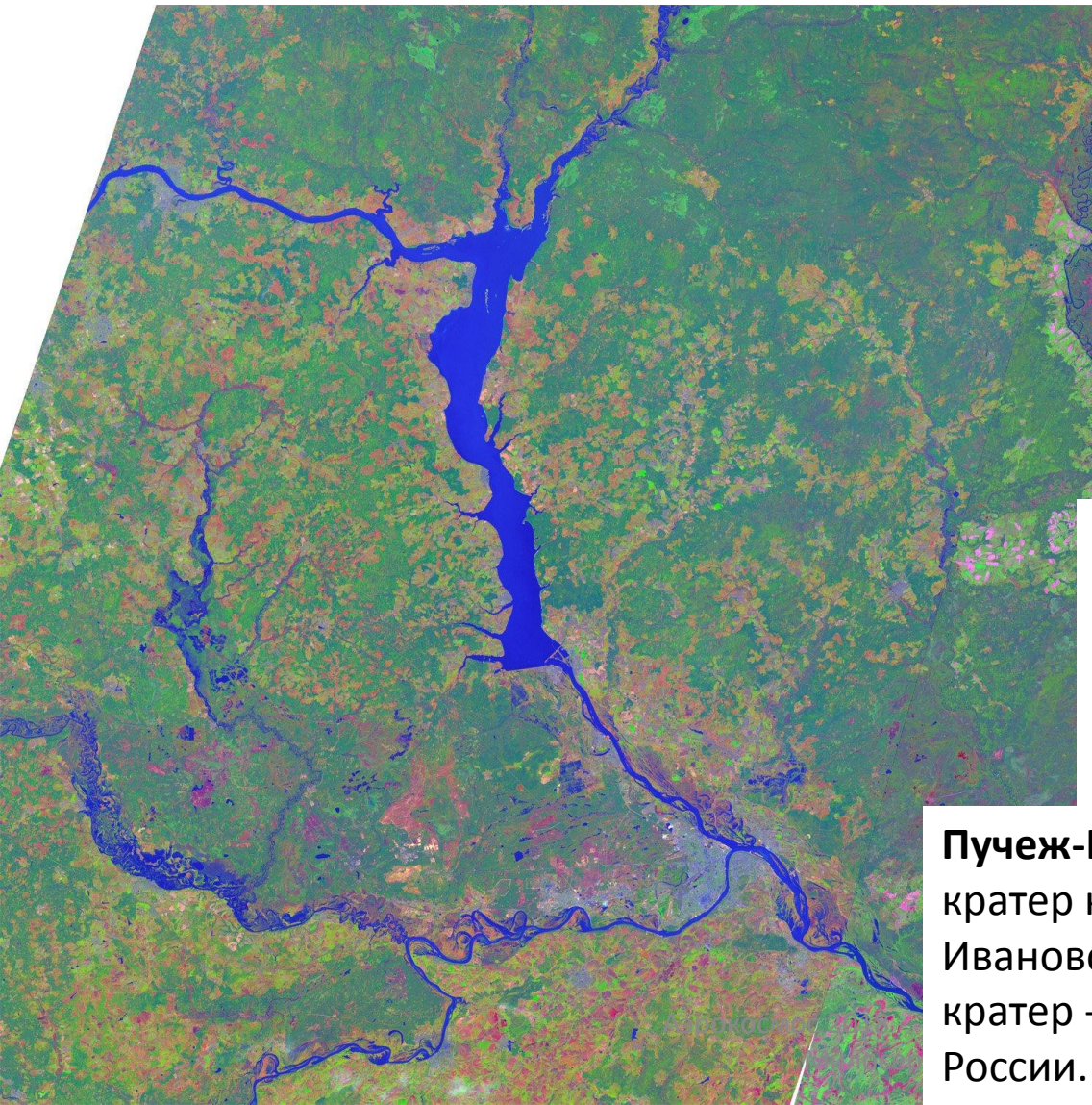
Рубеж XIX и XX веков – кольцевые структуры Земли – вулканические (Шотландии космогенные – Аризонский метеоритный кратер Сначала считали вулканическим образованием).





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

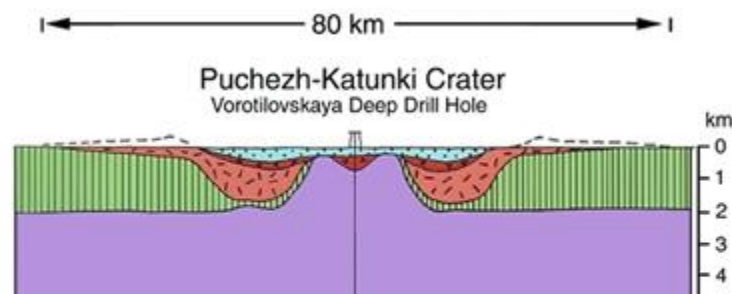
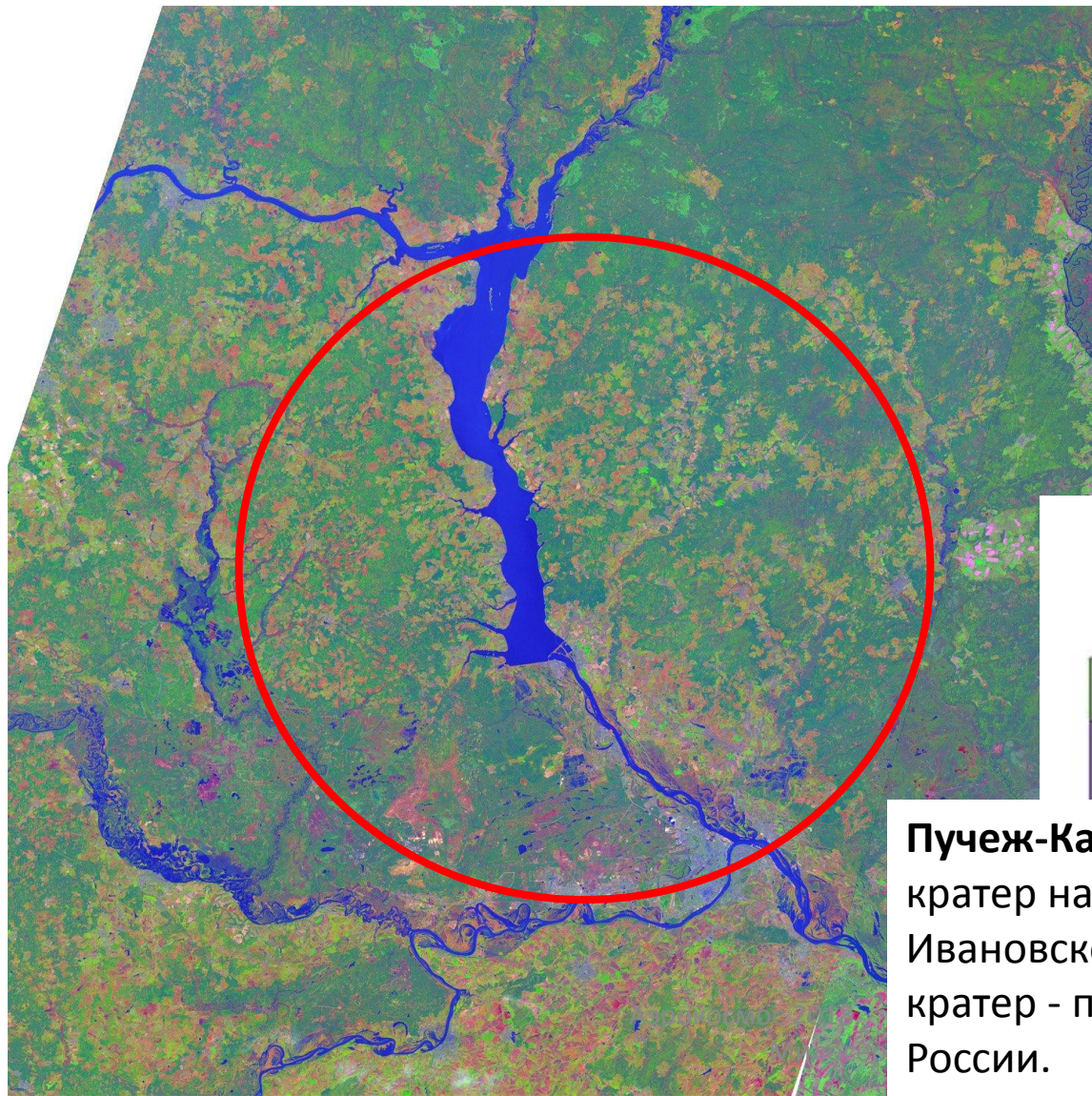
но сохранили геологические признаки — структуры и горные породы как свидетельства взрыва при падении крупного метеорита



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

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

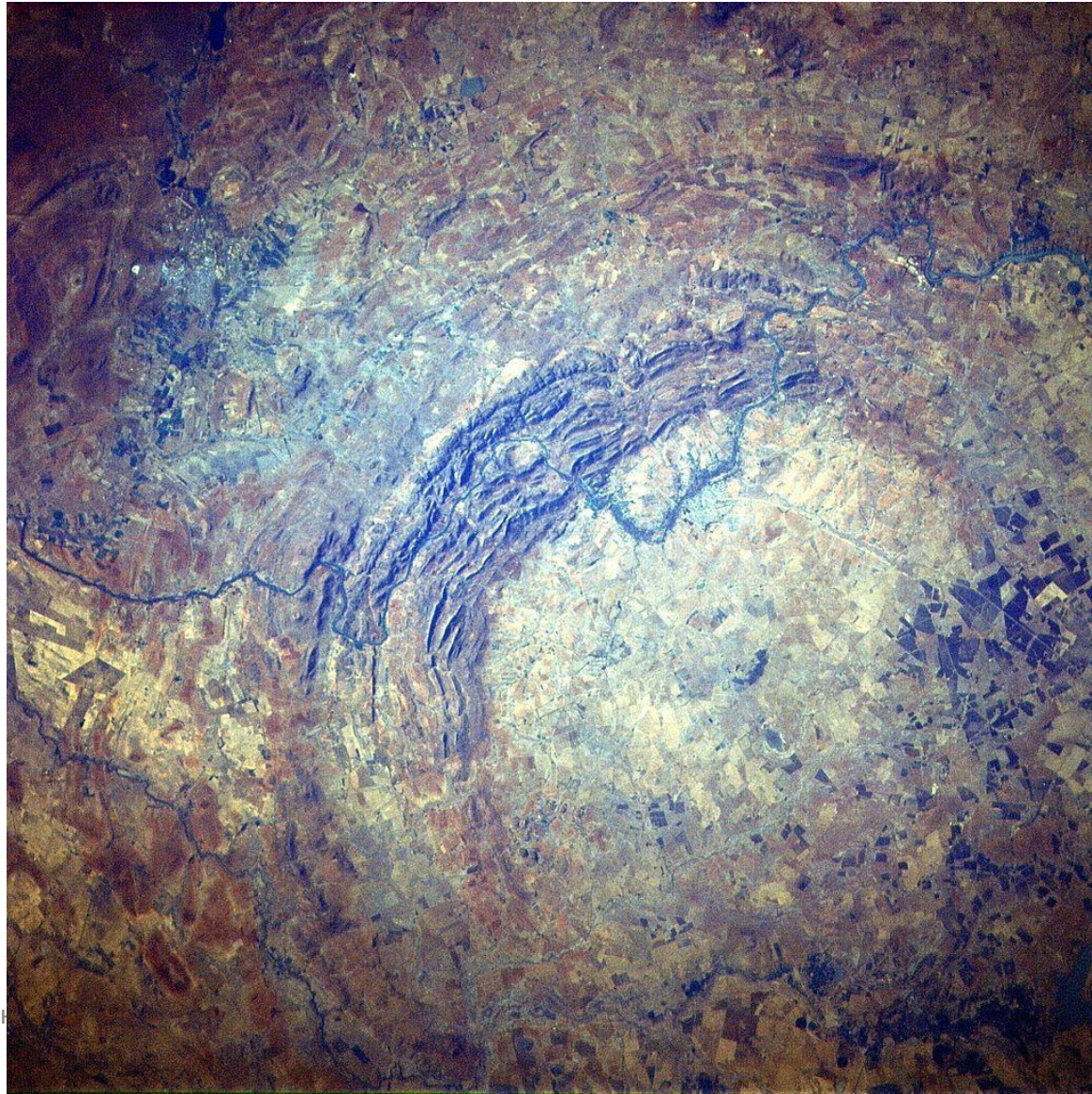
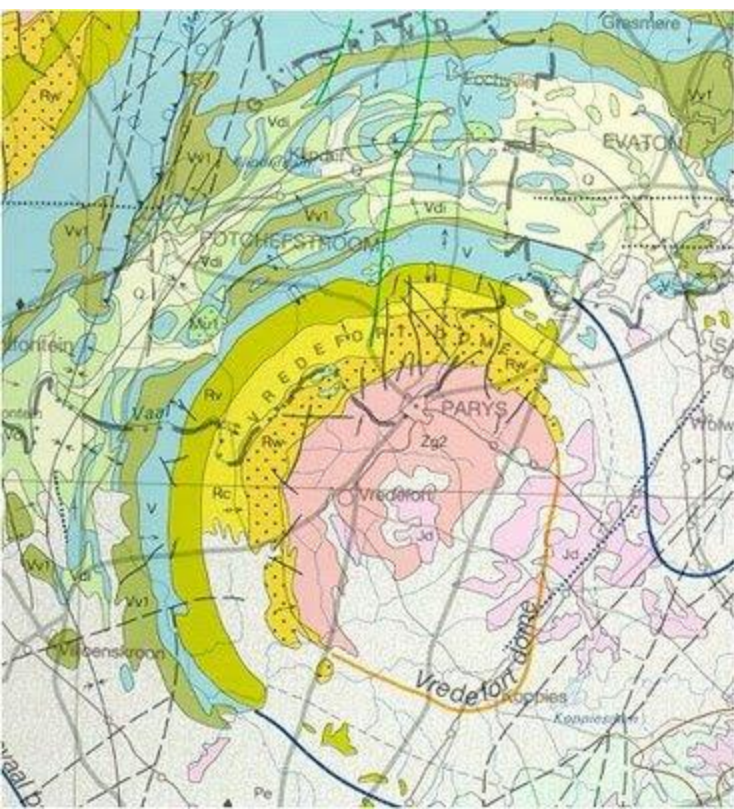
но сохранили геологические признаки — структуры и горные породы как свидетельства взрыва при падении крупного метеорита



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).

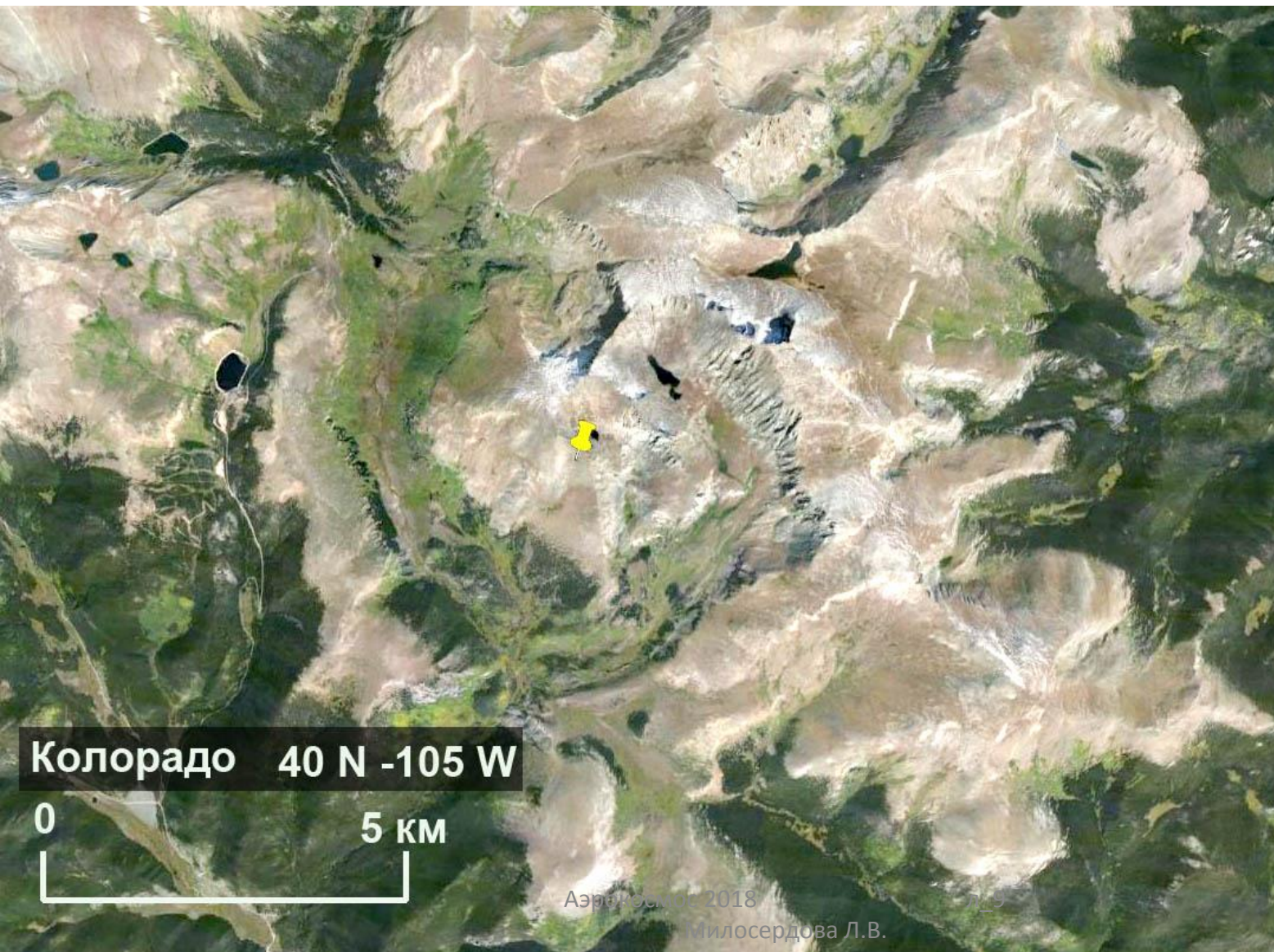
Разными цветами показаны различные породы. По big-blue-heron.livejournal.com

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

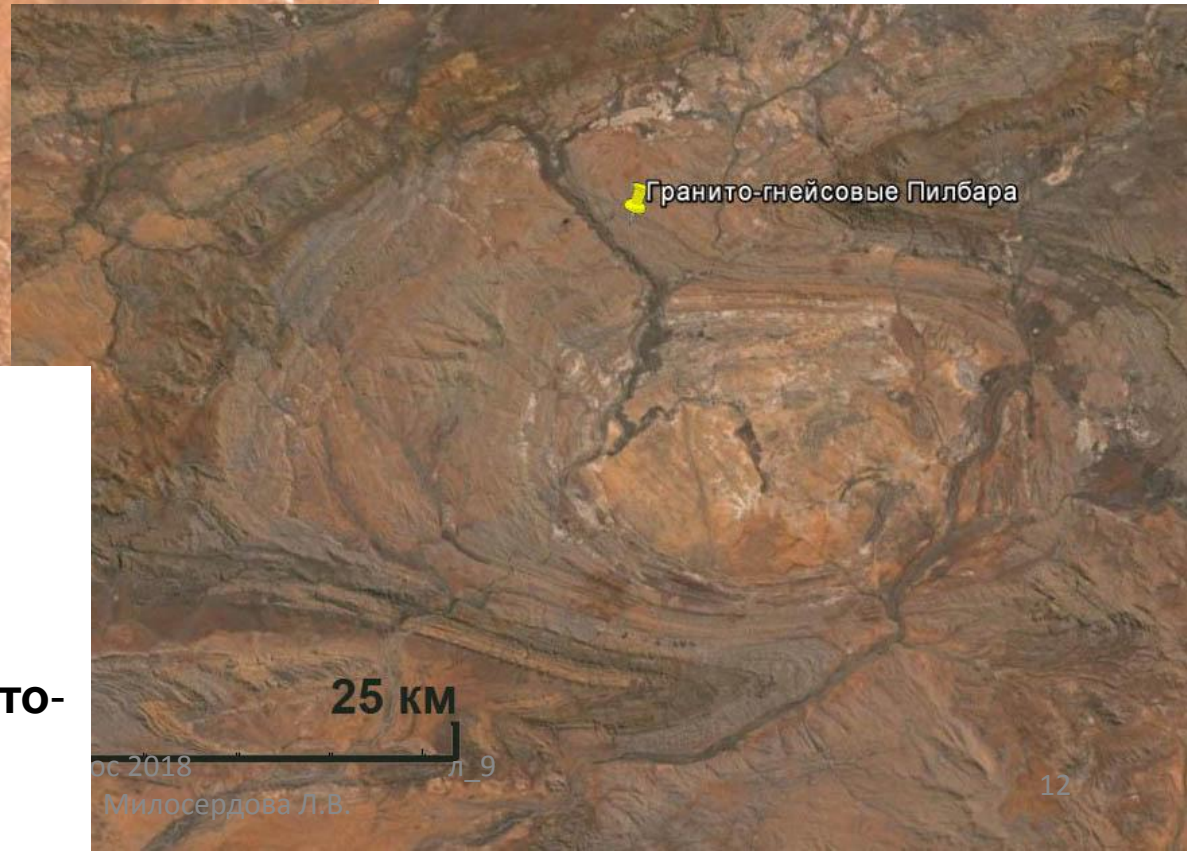
на глубине в них скрываются
магматические тела



Аэрофотоснимок 2018

Милосердова Л.В.

Гранито-гнейсовые купола щитов



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



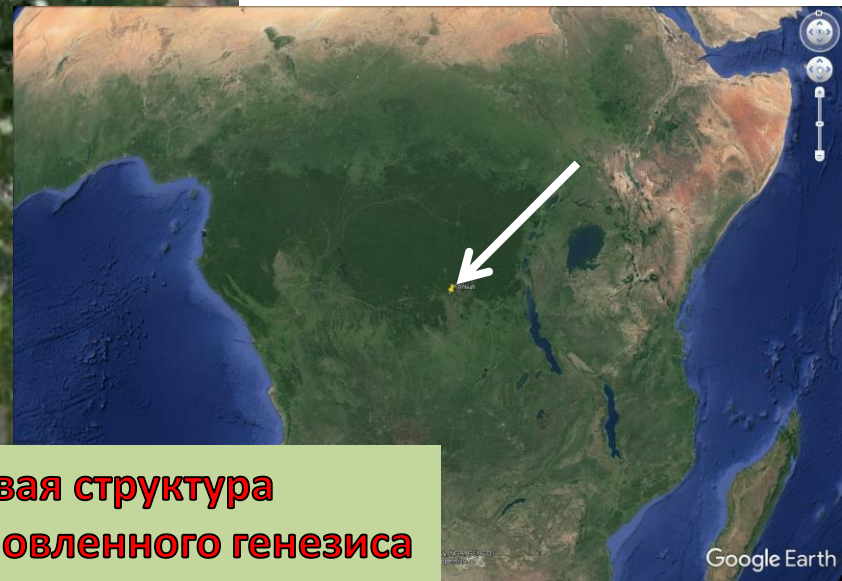
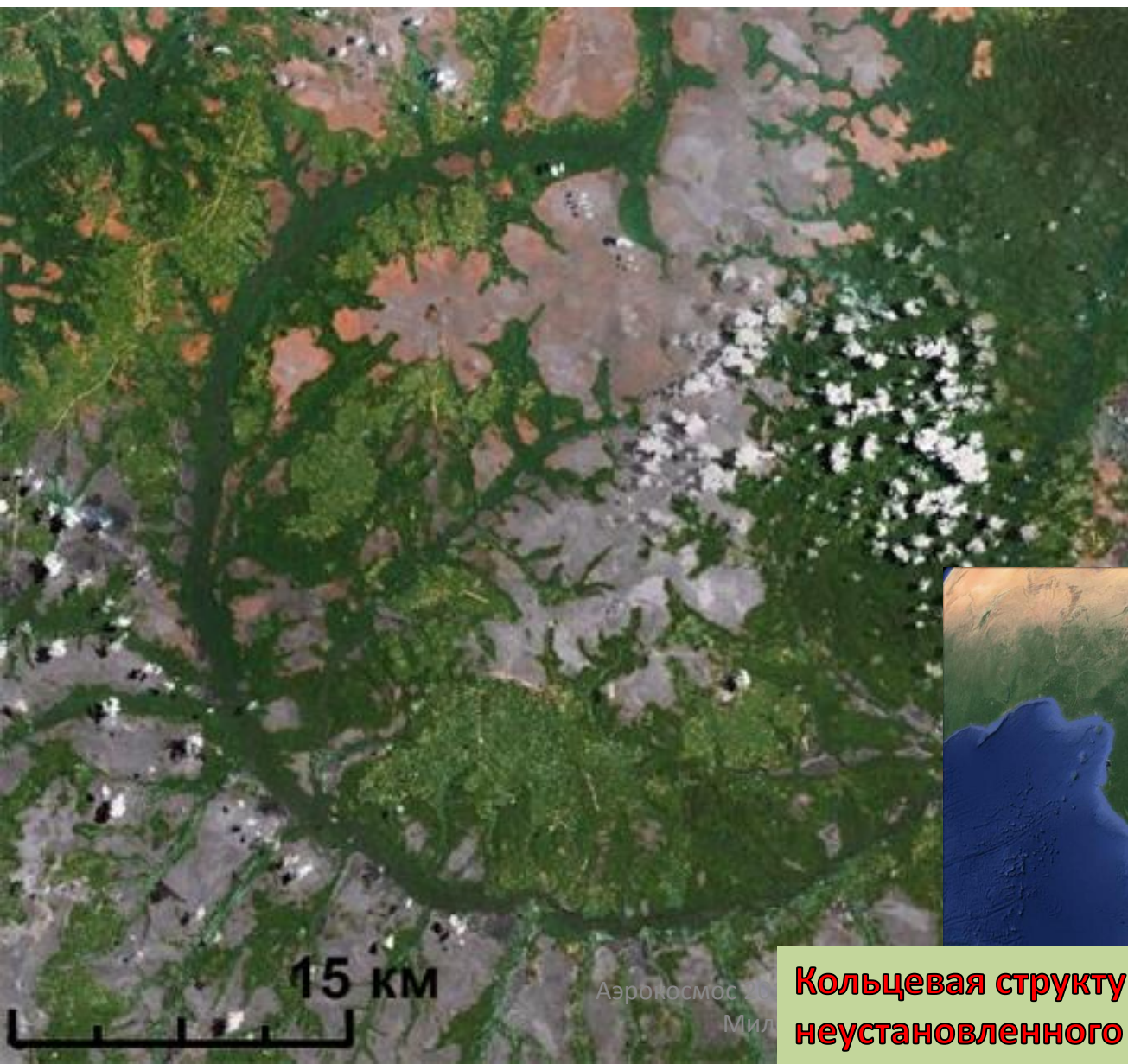
Вихревая структура Иранского нагорья

**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.

! 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**

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

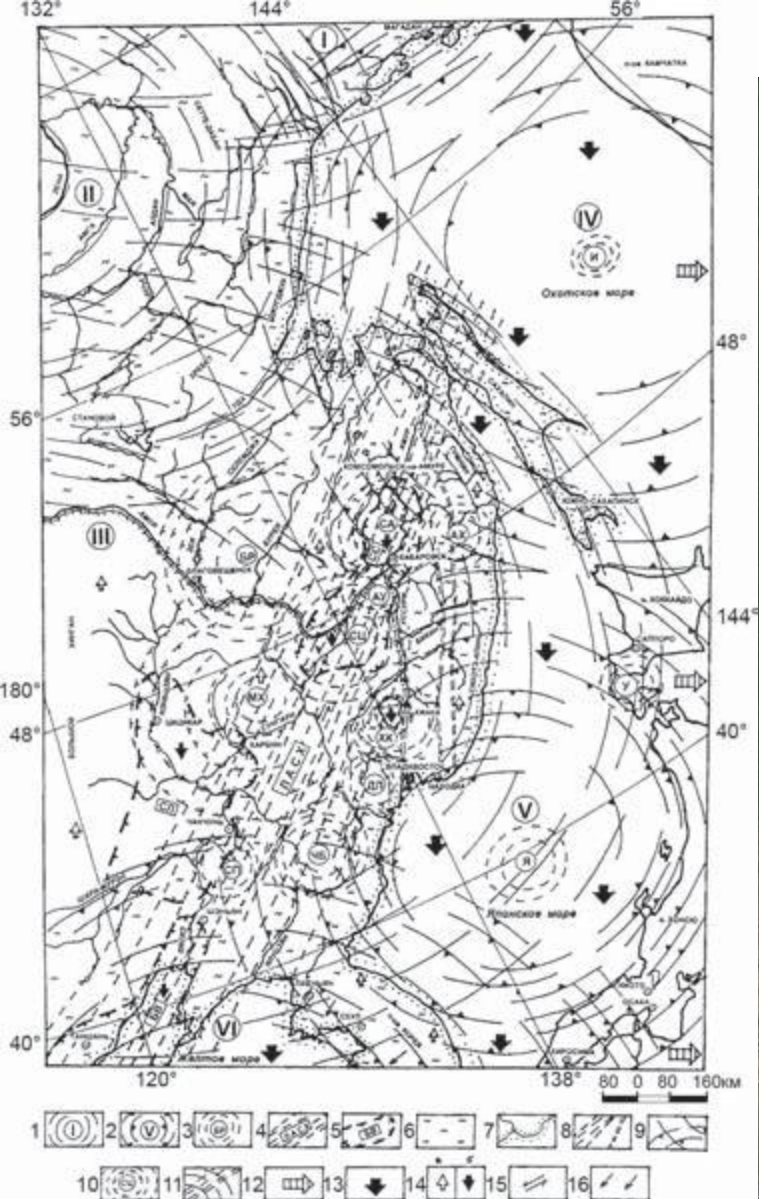
! Классификации сложных кольцевых структур по форме:

- **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).

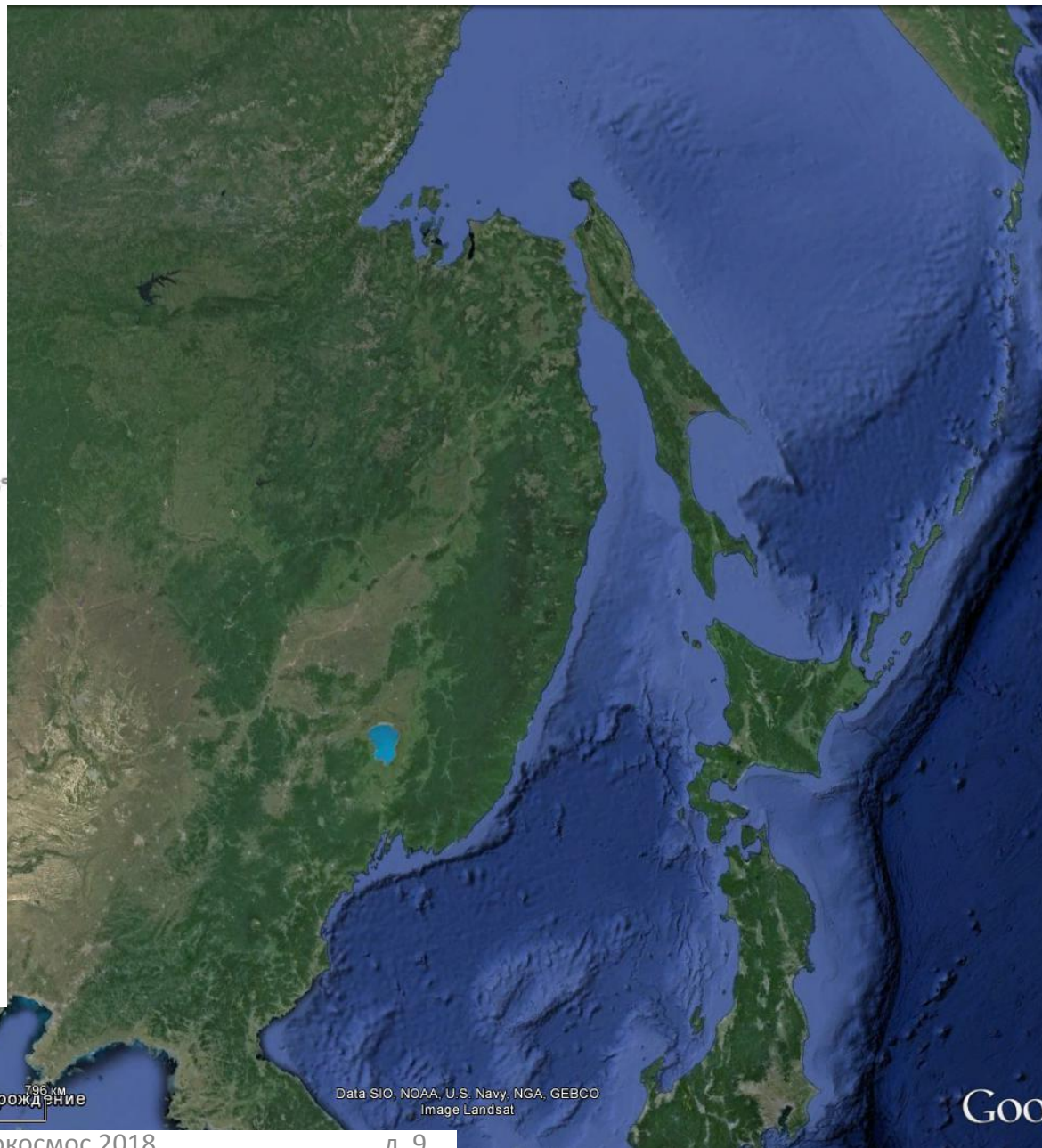
! По размерам (диаметр) кольцевые структуры делятся на 5 классов:

- 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.**



Аэрокосмос 2018

Милосердова Л.В.



л_9

Кольцевые структуры Приморья

! 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
-вихревые
-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.

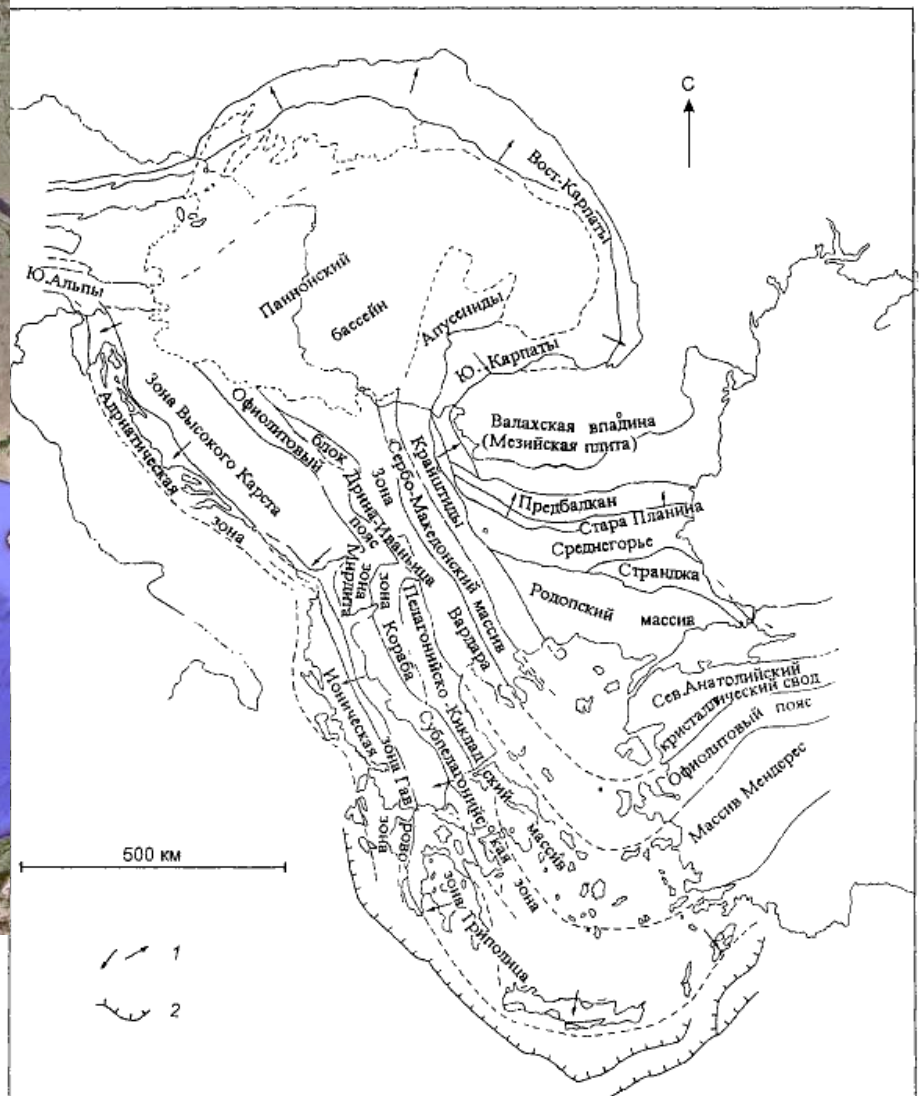
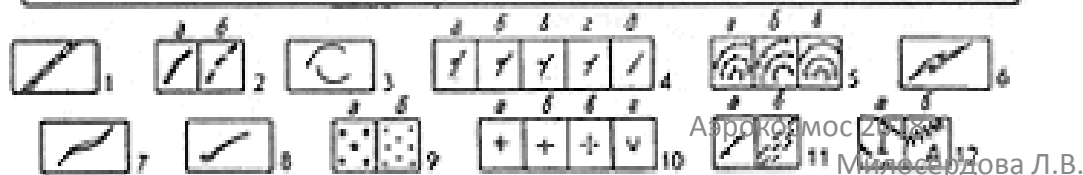
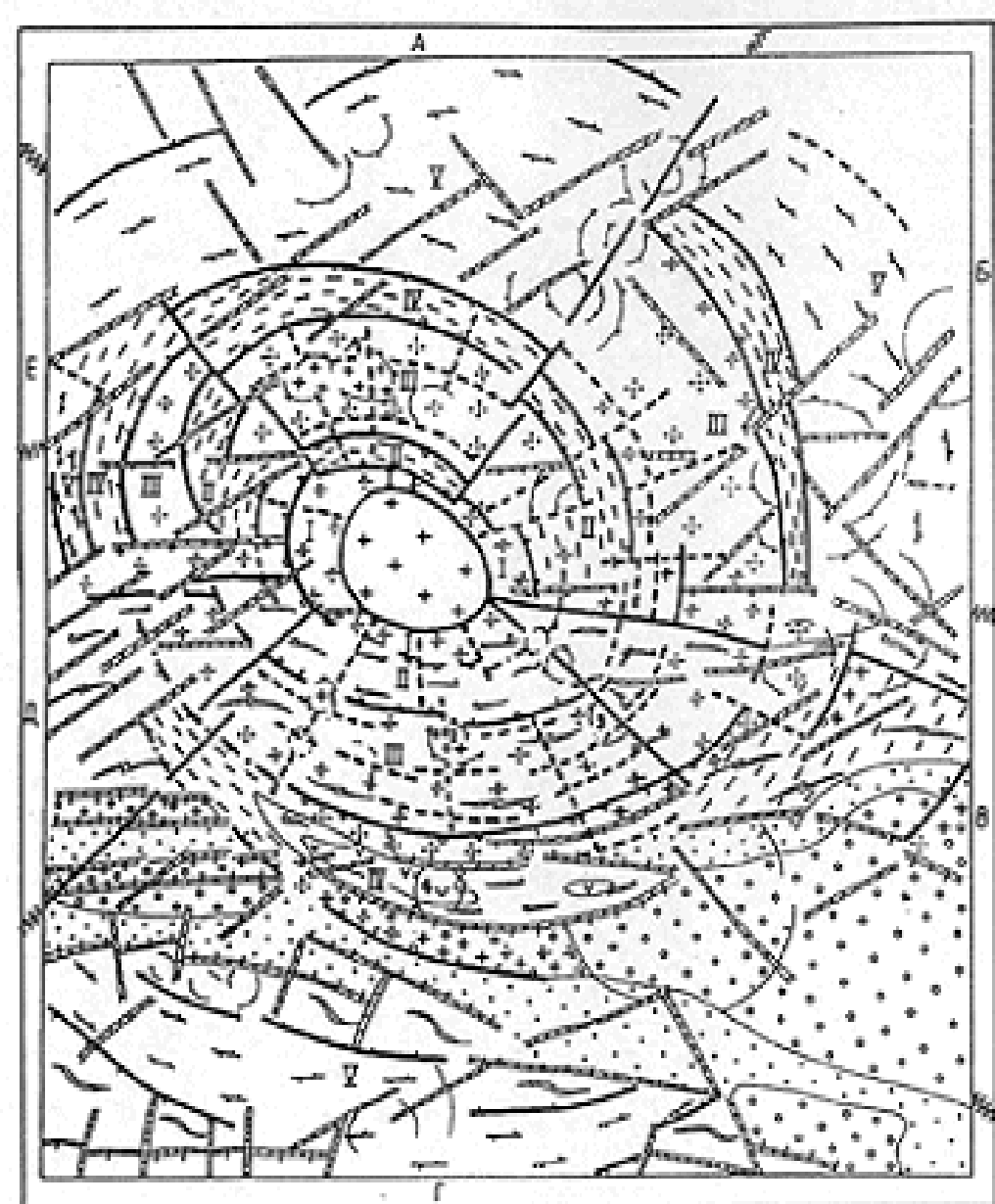


Рис. 11-10. Тектоническая схема Карпато-Балканид и Динарид-Эллинид (по В.Швану)
1 – вергентности; 2 – Эллинский желоб и зона субдукции

восточной Польше. Чехол платформы (рис. 11-11) включает полный разрез палеозоя и мезозоя в мелководно-морских карбонатно-терригенных фациях с параличес-

ким угленосным средним карбоном, германотипным 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)**



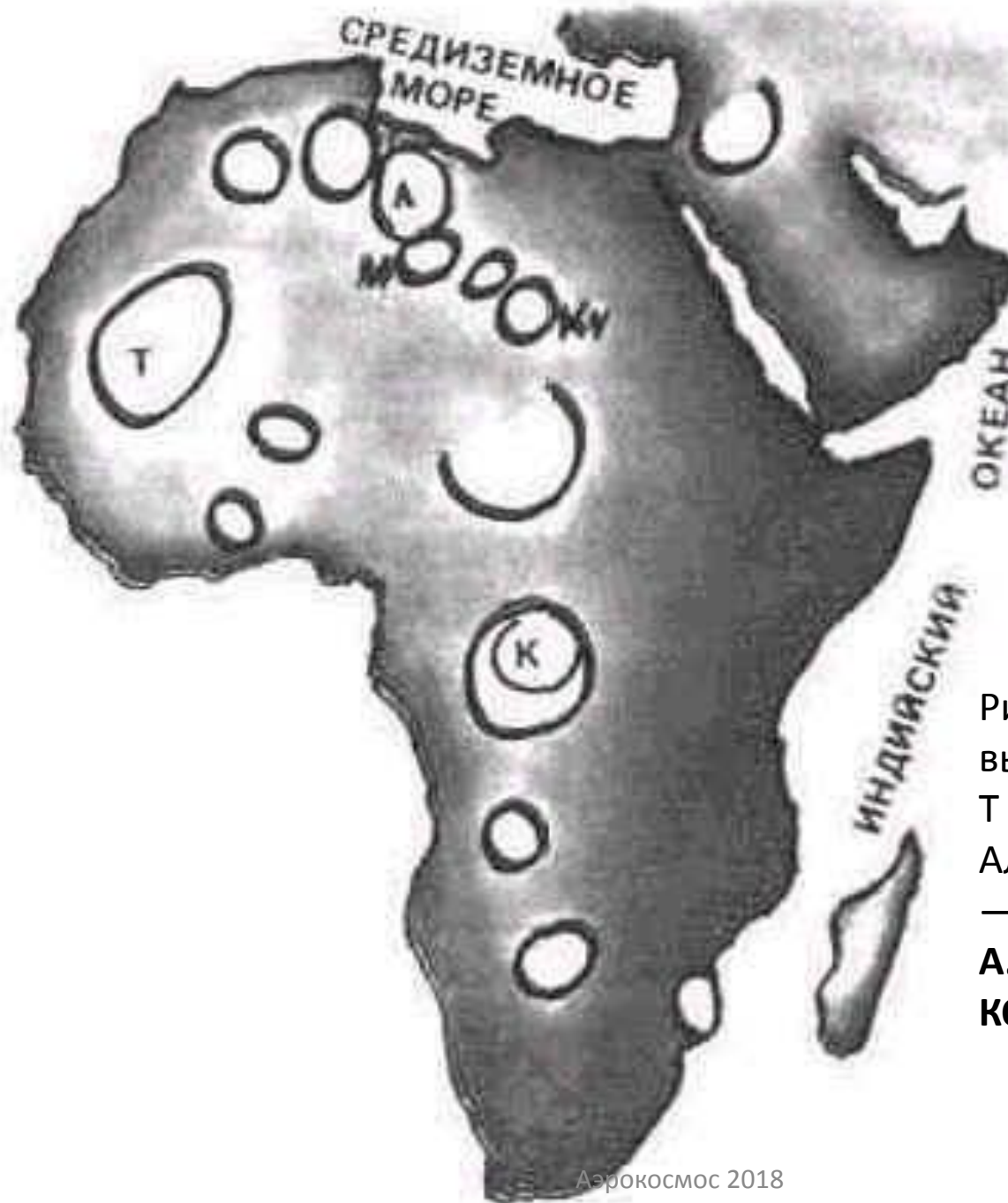
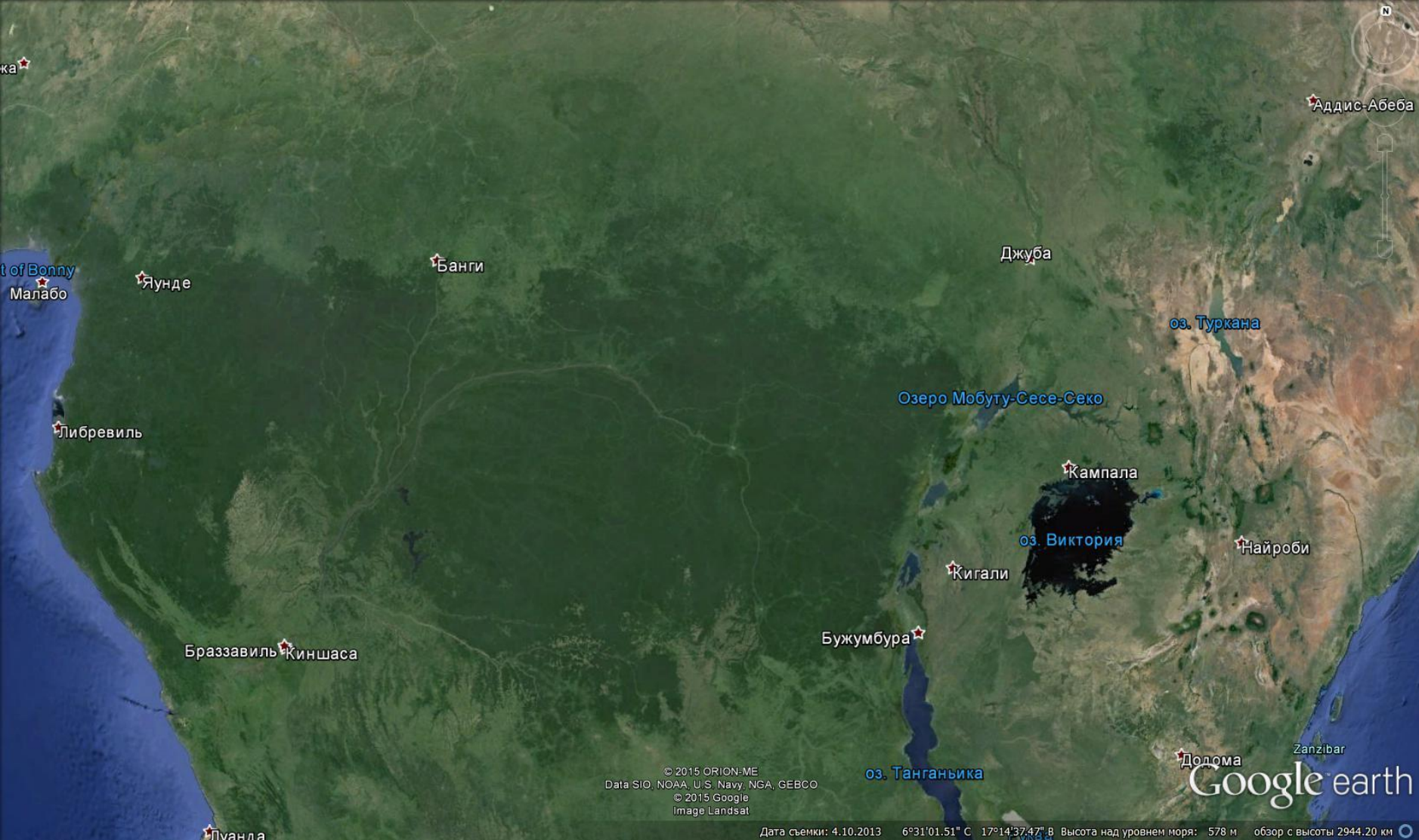


Рис. 3. Крупные тектогенные кольцевые структуры Африки;
Т — Таудени; К — Конго; А — Алжиро-Ливийская; М — Мурзук; Ку — Куфра (по Я.Г. КАЦУ, А.И.Полетаеву, Е. Д. СУЛИДИ-КОНДРАТЬЕВУ)



Конго - крупный прогиб



Прикаспийская синеклиза

Аэрокосмос 2018
Милосердова Л.В.

л_9



а



б



в

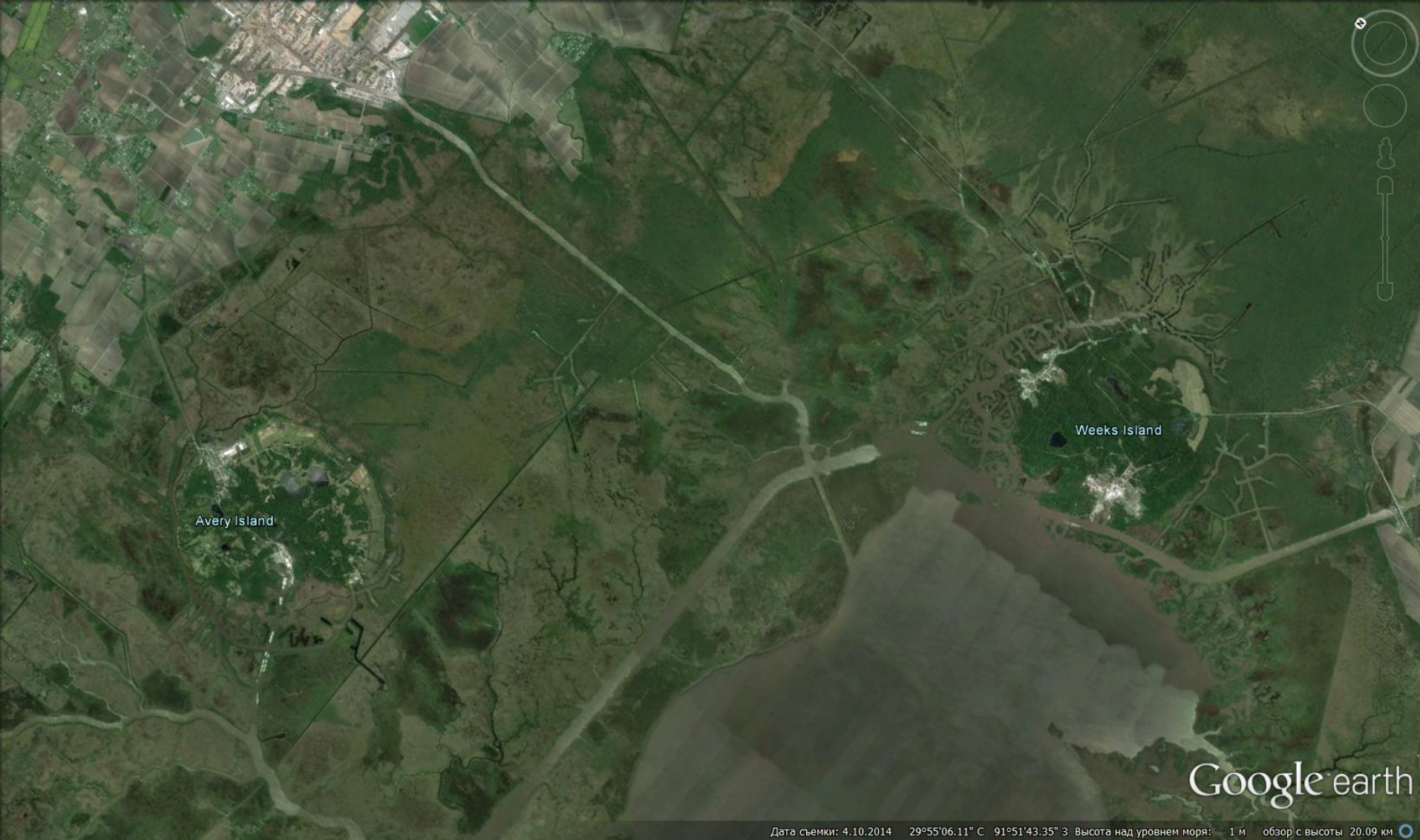
**Кольцевые структуры,
обусловленные
гидросетью**

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

Аэрокосмос 2018

л 9

Г Милосердова Л.В.

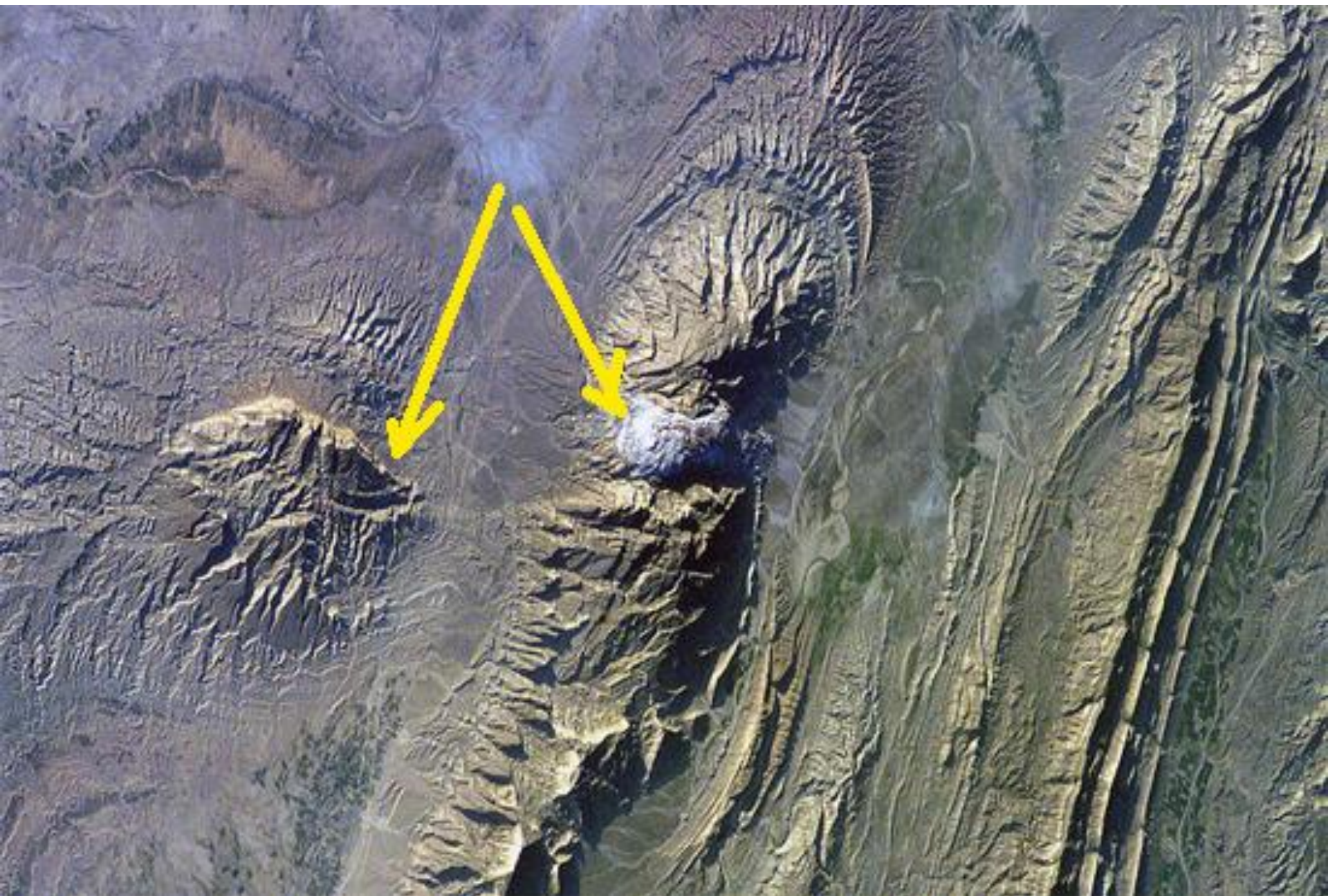


Соляные купола США, побережье Мексиканского залива

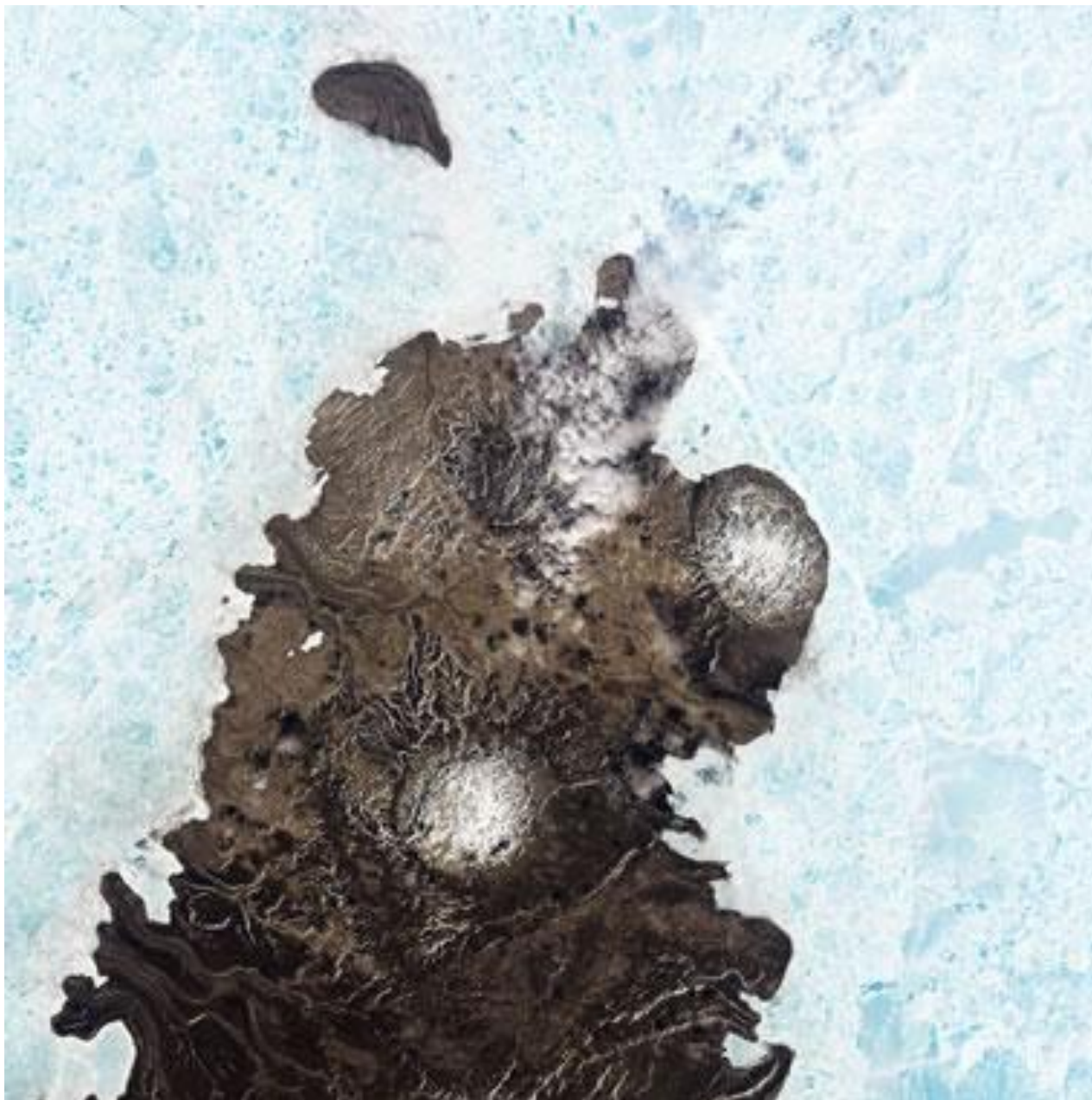
Аэрокосмос 2018

л_9

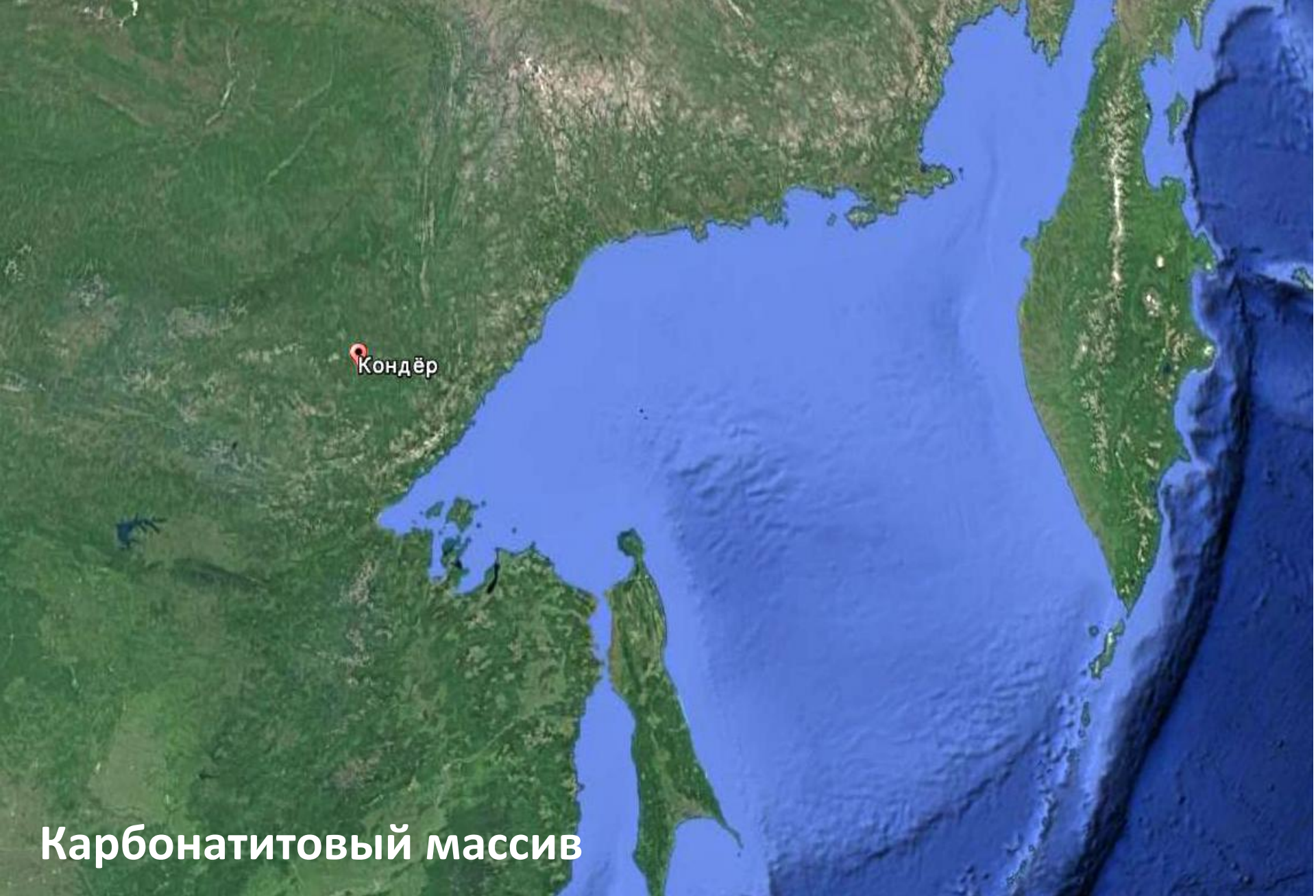
Милосердова Л.В.



Соляные купола и валы в Загросе. Космические снимки соляной тектоники.
Google, «Планета Земля».



**Два соляных купола,
которые прорвались на
поверхность острова
Мелвилл, Северная
Канада. Каждый из них
около 2 миль в
поперечнике.
Изображение НАСА**



Карбонатитовый массив



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 2018

л 9

Милосердова Л.В.



Инtruзия нефелиновых сиенитов Хибин

Аэрокосмос 2018, л. 9
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 2018
Милосердова

Криптоплутонические: структура

Ришат связана с интрузией долеритов на глубине



Магматогенные

Аэрокосмос 2018
Милосердова Л.В.

л_9



Вулканические структуры

Кальдеры

**Кальдера Гейзера.
Иеллоустонский
национальный парк**

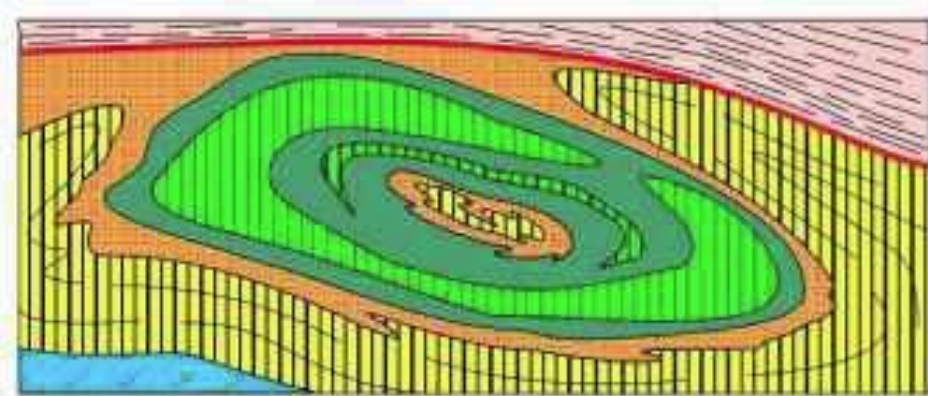
Магматогенные



Вулканические конуса и депрессии
Фудзияма – вулканический конус в депрессии



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



**Геологическая карта и аэрофото
структуры Овал**



Аэрофото. Купол Овал

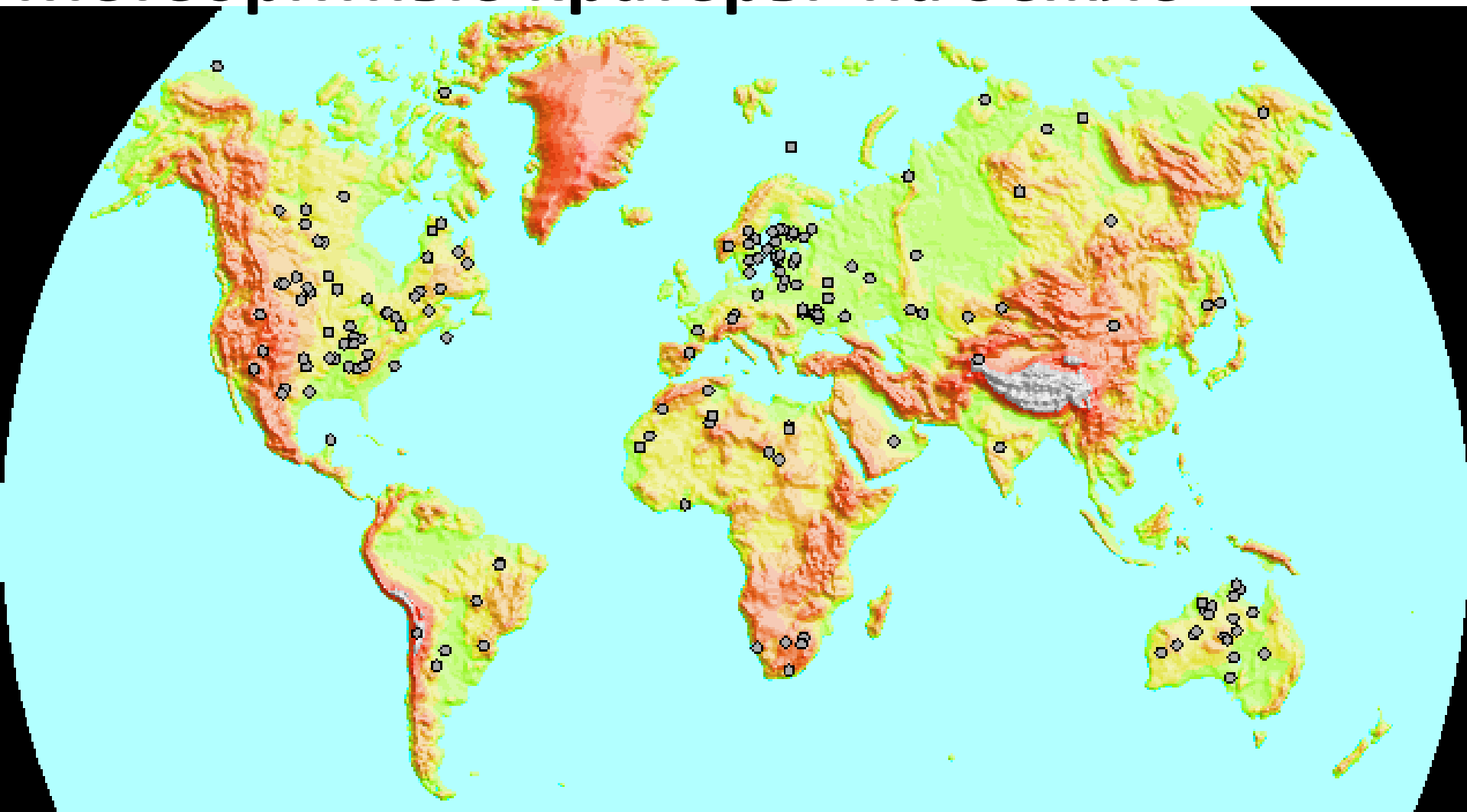
Конфигурация структурных линий
сдвигового и купольного генезиса
в средней части
Центральной купольной зоны

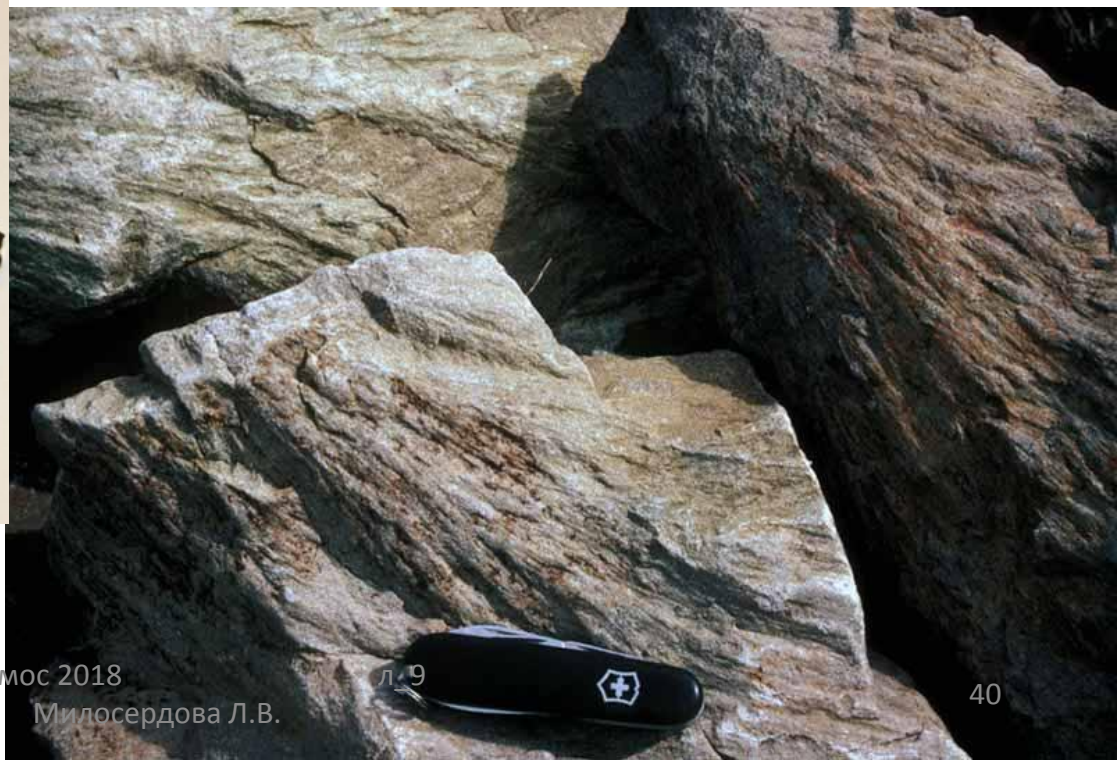


Метаморфогенные

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

Импаکتные Метеоритные кратеры на Земле



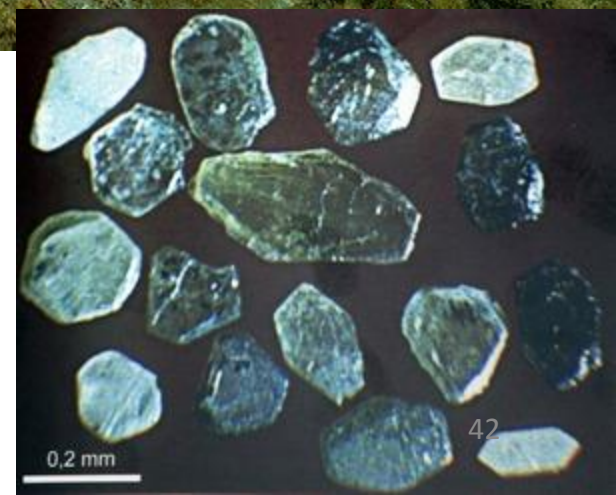
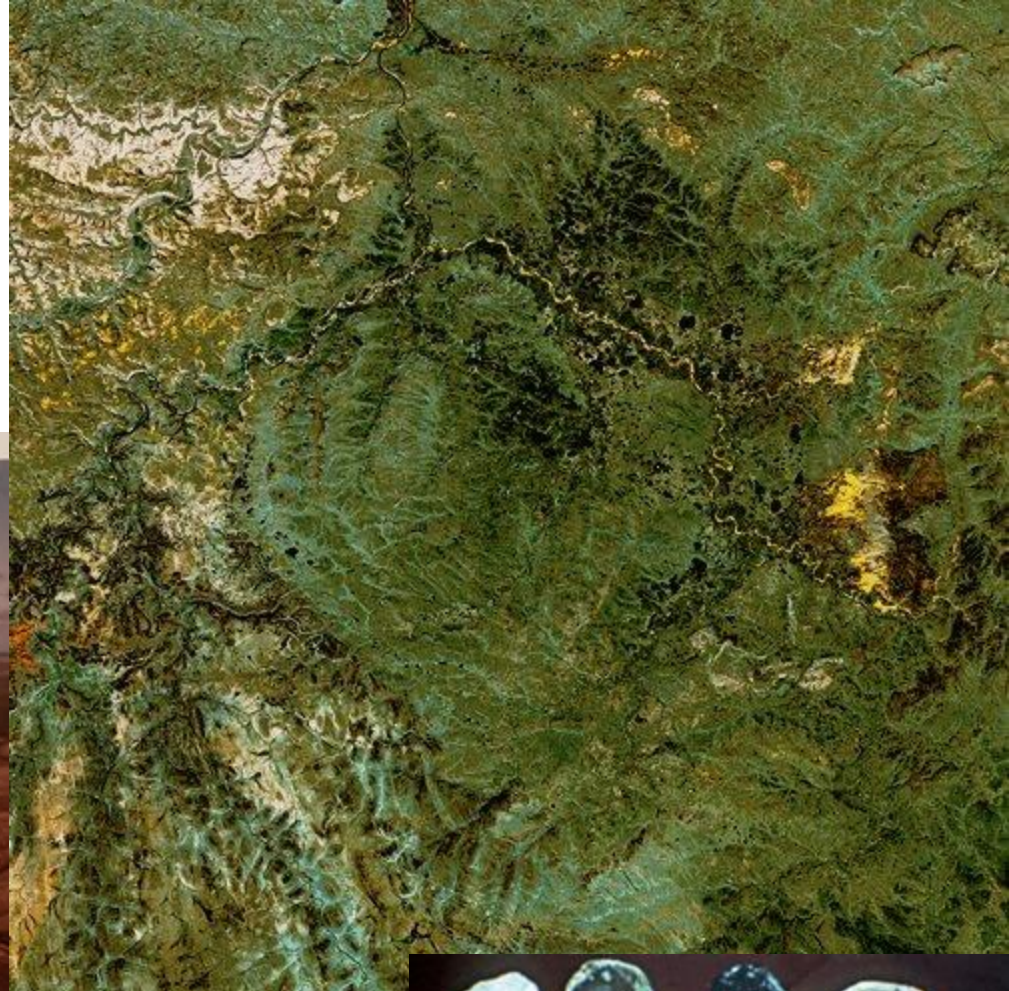


Тектиты

Аэрокосмос 2018
Милосердова Л.В.



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

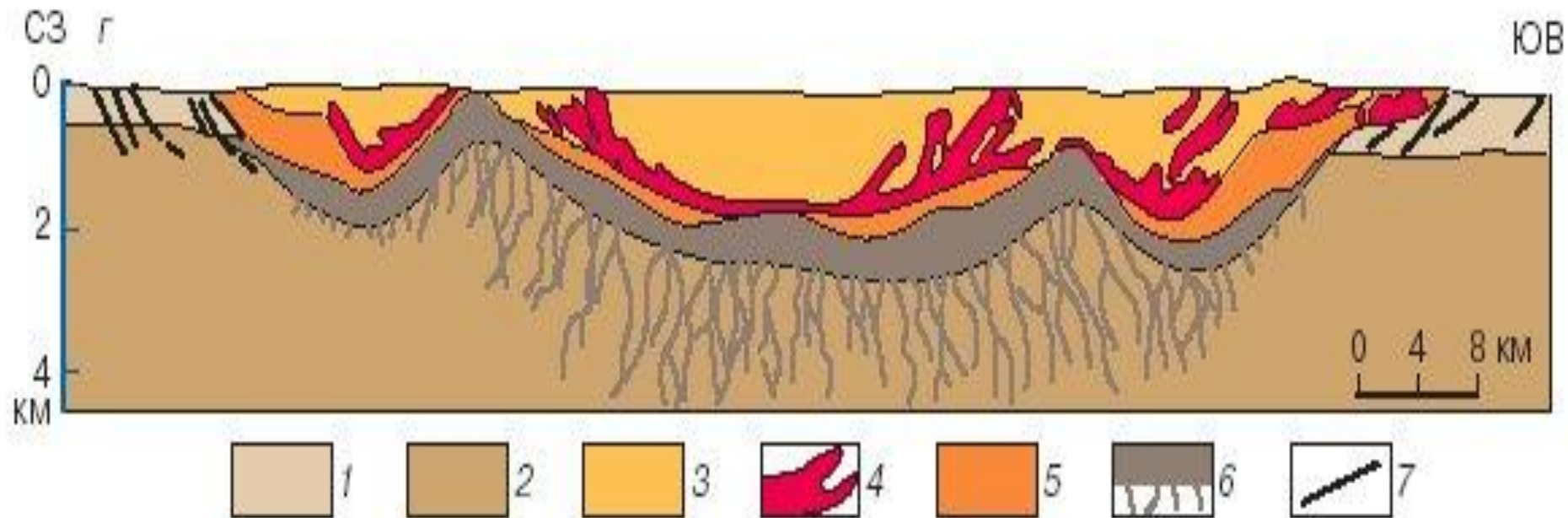


Попигайская структура

Аэрокосмос 2018

Милосердова Л.В.

л_9



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

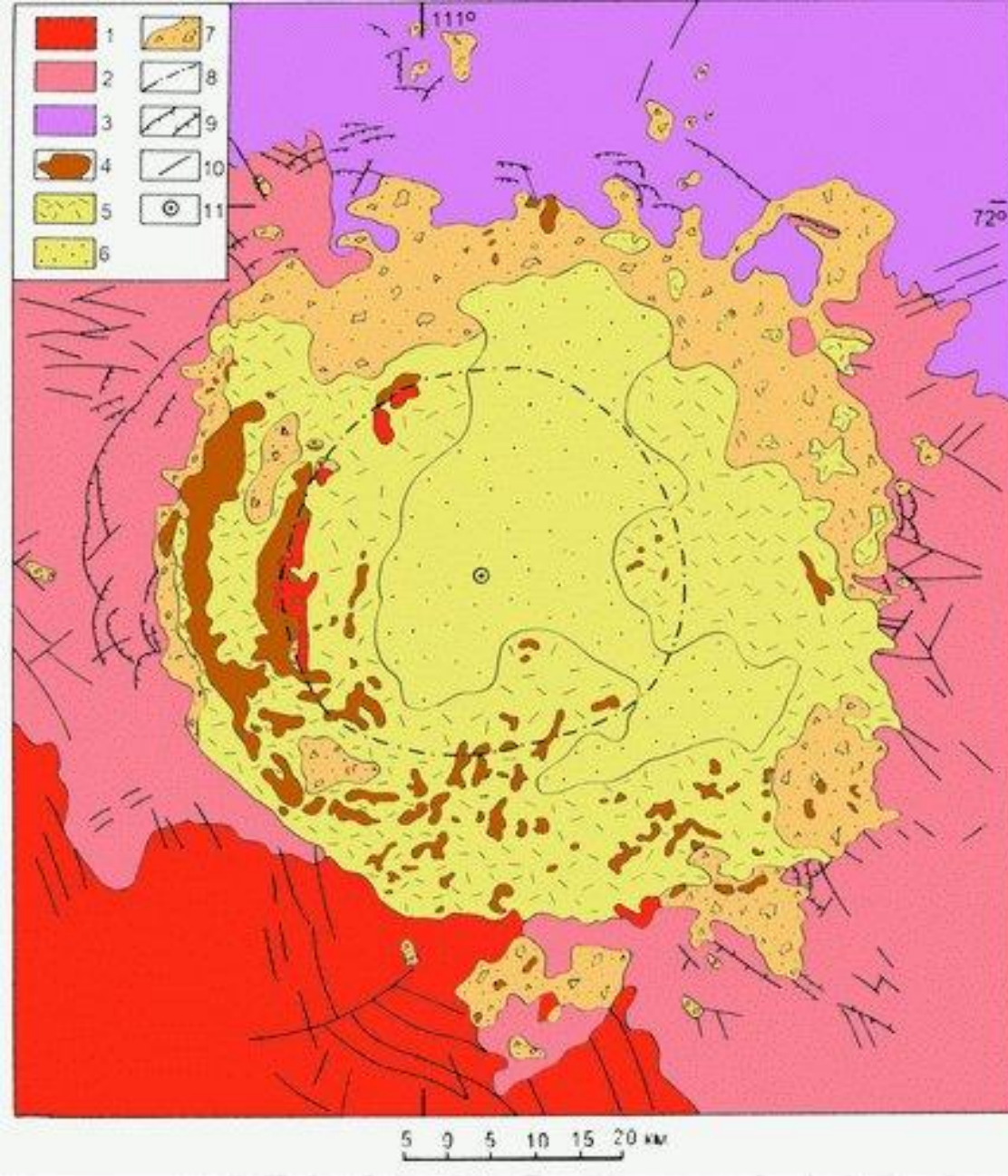


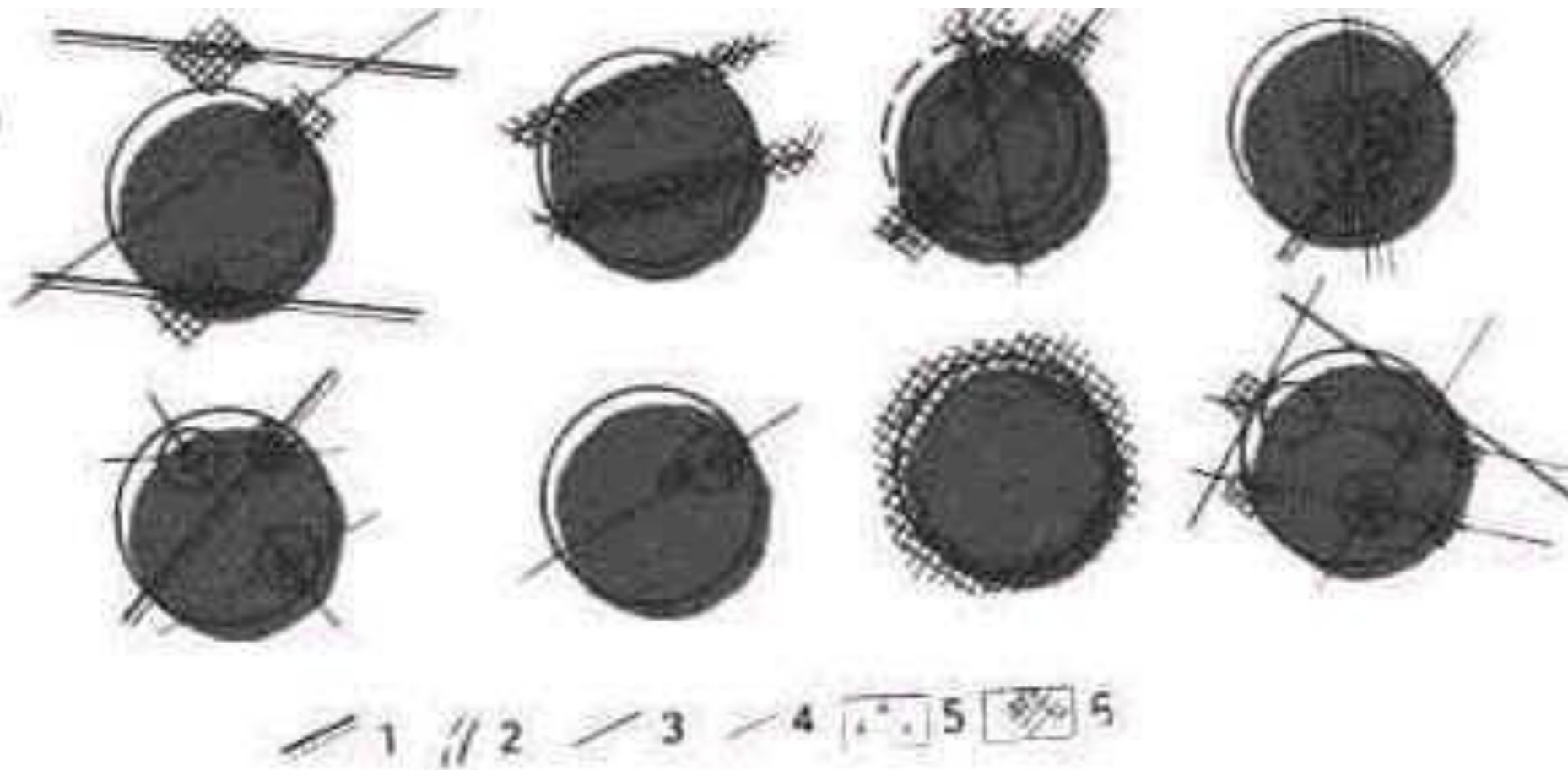
Схема геологического строения Попигайского кратера по [9] 1 - кристаллические породы верхнеанабарской хапчанской серий архея; 2 - осадочные породы верхнего протерозоя и нижнего палеозоя; 3 – осадочные вулканогенно-осадочный породы верхнего палеозоя и мезозоя; 4 - тагамиты; 5 - зювиты; 6 - псаммито-алевритовые 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





! 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



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

Аэрокосмос 2018
Милосердова Л.В.

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

**Водородная дегазация на
Русской платформе**

л_9

49



Дальнейшее развитие кольцевой структуры проседания. Болото заняло практически всю кольцевую структуру. При этом водород стал выходить за пределы первичного кольца, и начал выбеливать окрестности. (Восток Воронежской области).

На снимке хорошо видно, как водород уничтожает лесопосадки (проплешины в лесополосе). Структура поменьше легко расправилась с молодыми деревцами лесопитомника.



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



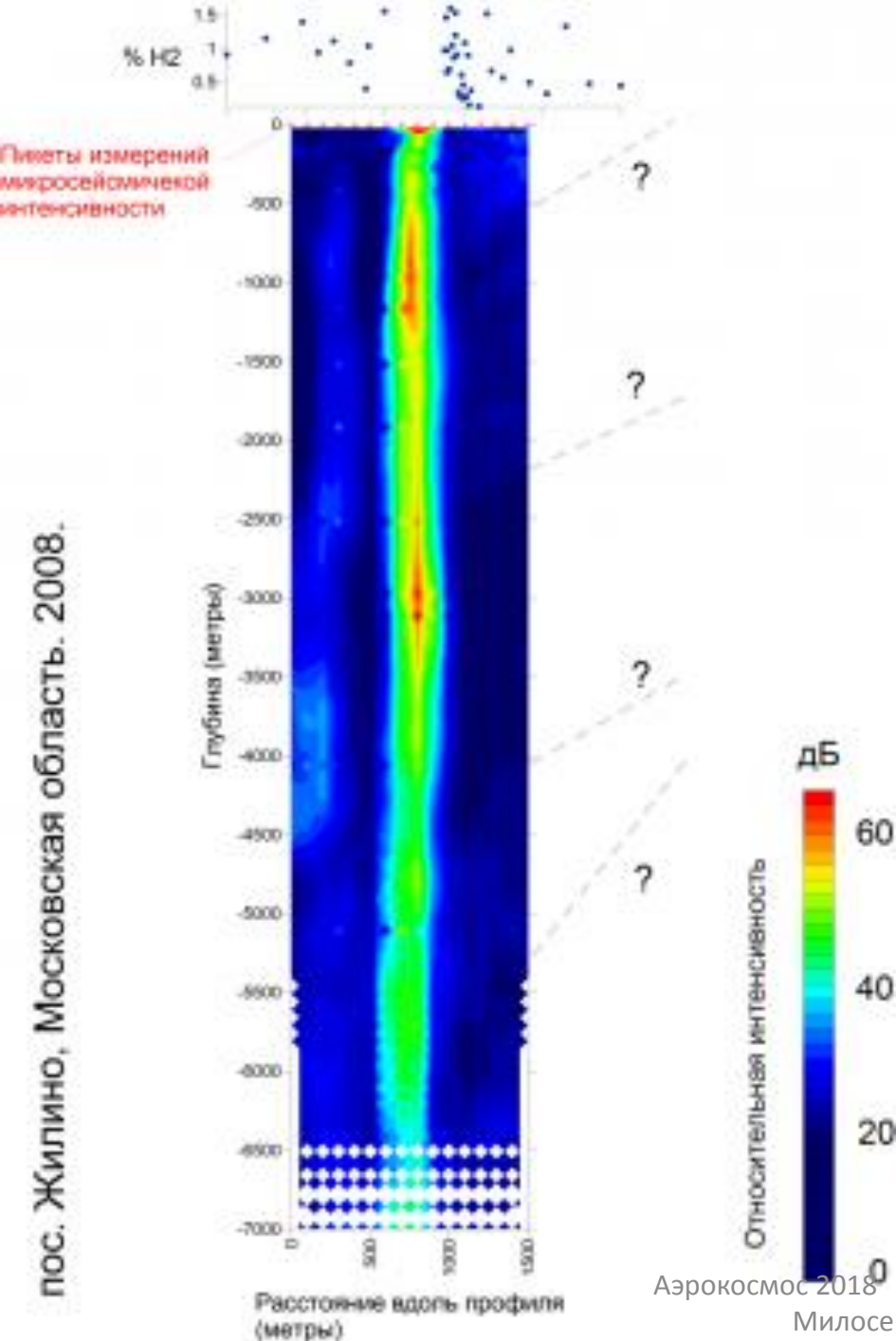
Кольцевая структура проседания в Московской области (между деревнями Жилино и Веревокское, 22 км на ССЗ от Москвы, размеры 450x350 м). Старый преимущественно еловый лес уничтожен, структура просела, заболотилась, и заросла соснами



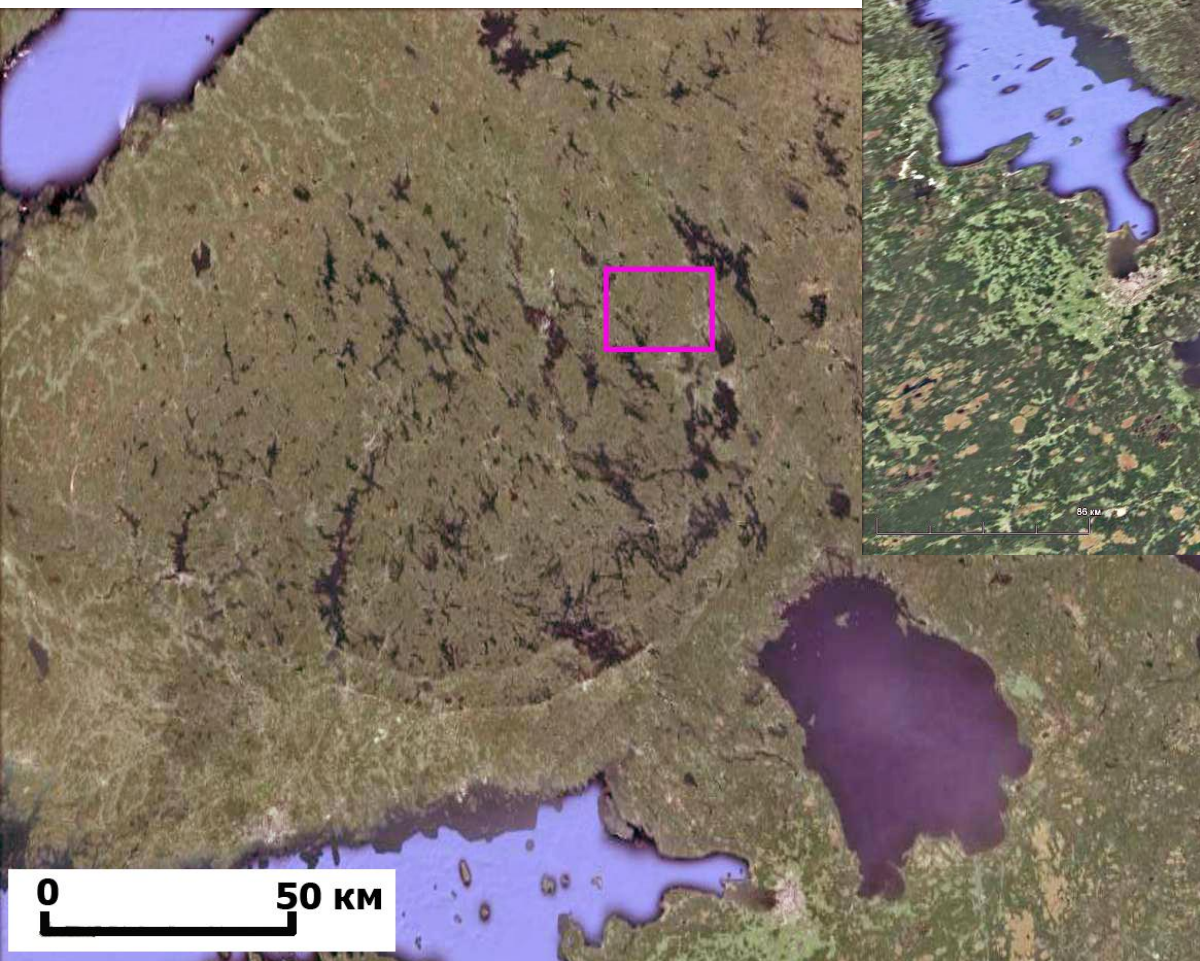
Круги, кольца и водородное выбеливание в северо-западной части Волгоградской области. Площади таких зон, пораженных водородным выбеливанием, измеряются сотнями квадратных километров, что наглядно иллюстрирует масштабы явления

Аэрокосмос 2018

Милосердова Я.В.

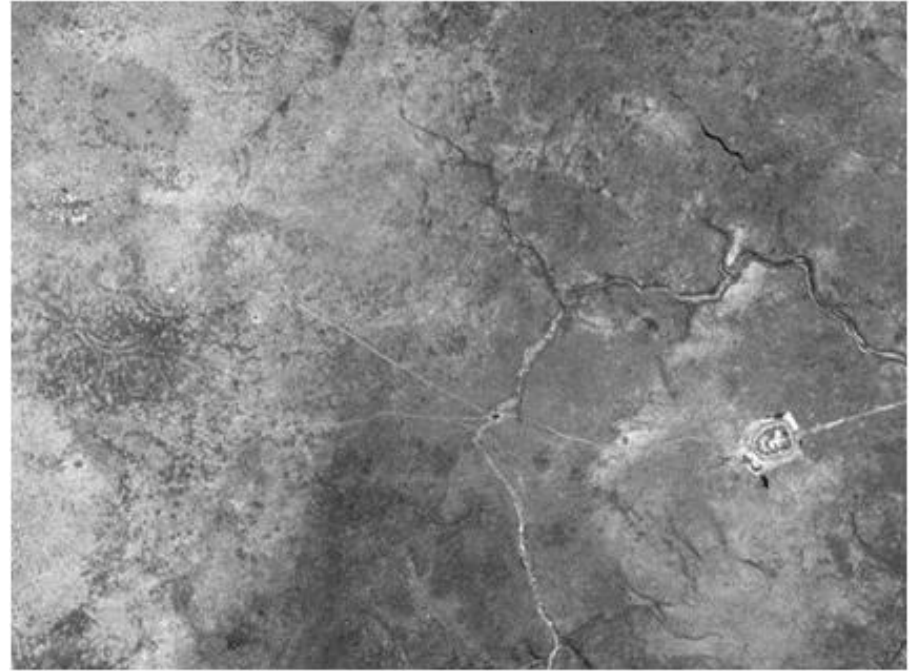
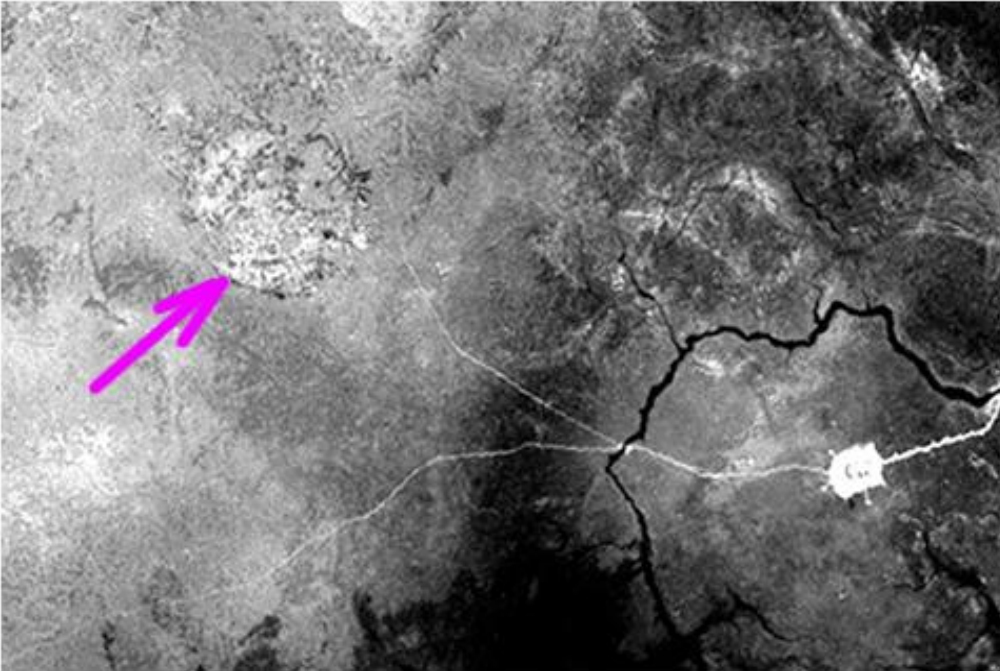


**Результаты
микросейсмического
зондирования и
Водородометрии (в
подпочвенном воздухе) по
широтному профилю через
структуру проседания
приведены на фиг. 8.
Трубообразная вертикальная
зона точно совмещается с
кольцевой структурой. Цветовая
шкала отражает различную
степень поглощения
микросейсм в децибелах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



**Неустановленного
генезиса**

**Изображение регионального уровня генерализации.
Сиреневый прямоугольник - район интересов**



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

Снимок с вертолета. Фото П.В. Флоренского

Аэрокосмос 2018

Милосердова Л.В.



71°СШ 105°ВД

0

1500 м

1. Что такое кольцевая структура?
2. Чем характеризуются кольцевые структуры?
3. Какие кольцевые структуры были впервые наблюдаемы и когда?
4. Какие кольцевые структуры выделялись в докосмическую эру?
5. Что такое астроблема? Чем метеорный кратер отличается от астроблемы?
6. Что такое криптовулканические структуры?
7. Что такое гранито-гнейсовые купола?
8. Что такое вихревые структуры и кто их открыл?
9. Какое самое знаменитое месторождение, связано с кольцевой структурой?
10. Как повлияло наступление космической эры представление о распространенности кольцевых структур?
11. По каким характеристикам классифицируются кольцевые структуры?
12. По каким признакам классифицируются тектонические кольцевые структуры?
13. Как классифицируются сложные кольцевые структуры по форме?
14. Как классифицируются кольцевые структуры по размерам?
15. На какие классы делятся кольцевые структуры по генезису?
16. По каким признакам можно диагностировать импактные кольцевые структуры?
17. Приведите пример экзогенной кольцевой структуры?
18. Как связана рудоносность и кольцевые структуры?
19. Как связана нефтегазоносность и кольцевые структуры?
20. Всегда ли можно установить геологическую природу кольцевых структур?
21. Однозначно ли выделяются кольцевые структуры?
22. Какова по Вашему мнению природа кольцевой структуры, показанной на предыдущем слайде?