

# БАЙКАЛ – МОРЕ ЗАГАДОК!

В.В. Тахтеев, доктор биологических наук,  
профессор Иркутского государственного  
университета, лауреат премии Губернатора  
Иркутской области за книгу «Байкаловедение»

**31 января 2017 г.**



drofa.ru | vgf.ru



drofapublishing



drofa.ventana



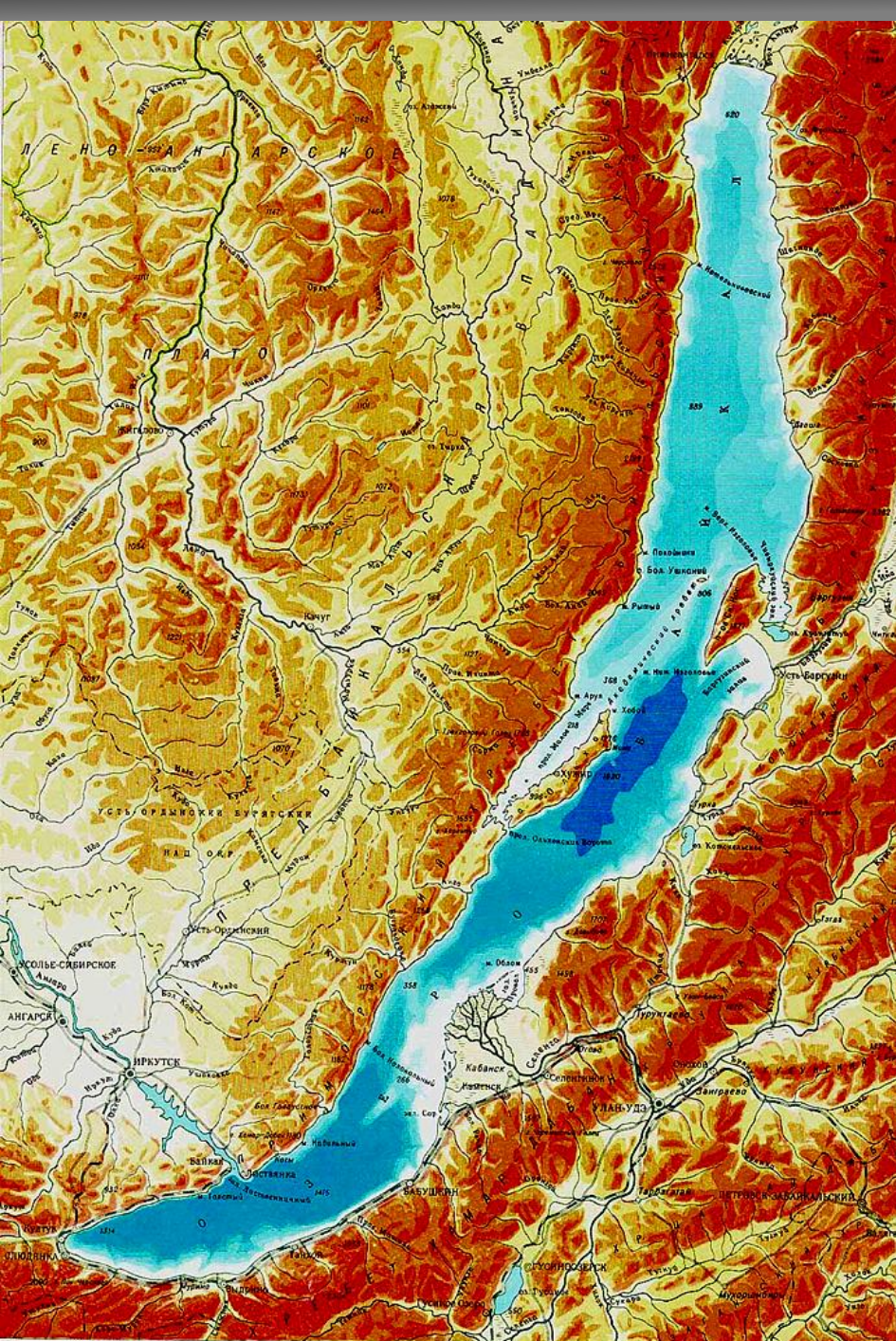
drofa.ventana



drofa.ventana

# СЛАВНОЕ МОРЕ – СВЯЩЕННЫЙ БАЙКАЛ...

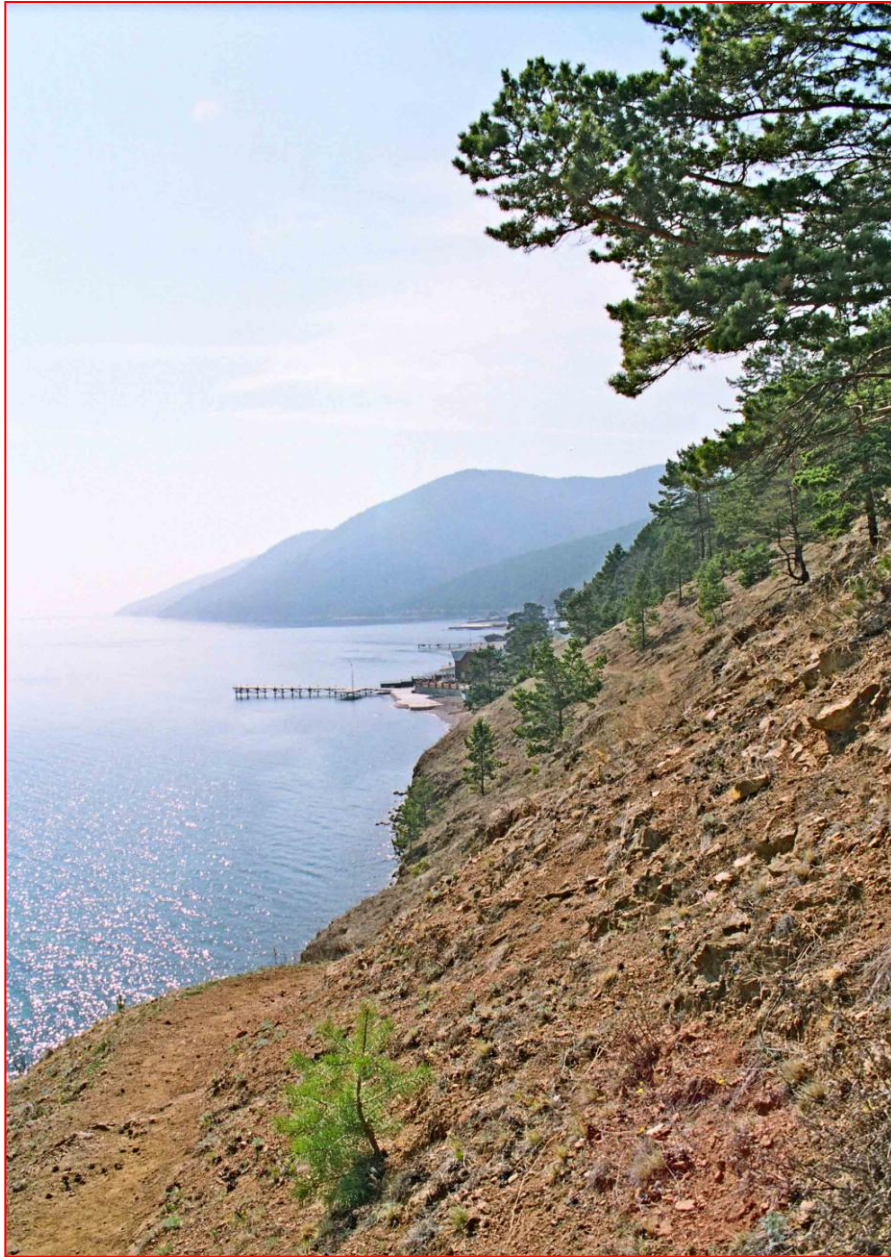
- В списке Всемирного природного наследия ЮНЕСКО с 1996 г.
- Стратегический запас (>20% мирового) доступной пресной воды высокого качества.
- Одни из красивейших ландшафтов: Байкальский регион вошёл в число четырёх самых перспективных для развития туризма в России (Северо-Западный, Причерноморский, Горный Алтай, Прибайкалье).



**ЧЕМ  
УНИКАЛЕН  
БАЙКАЛ**

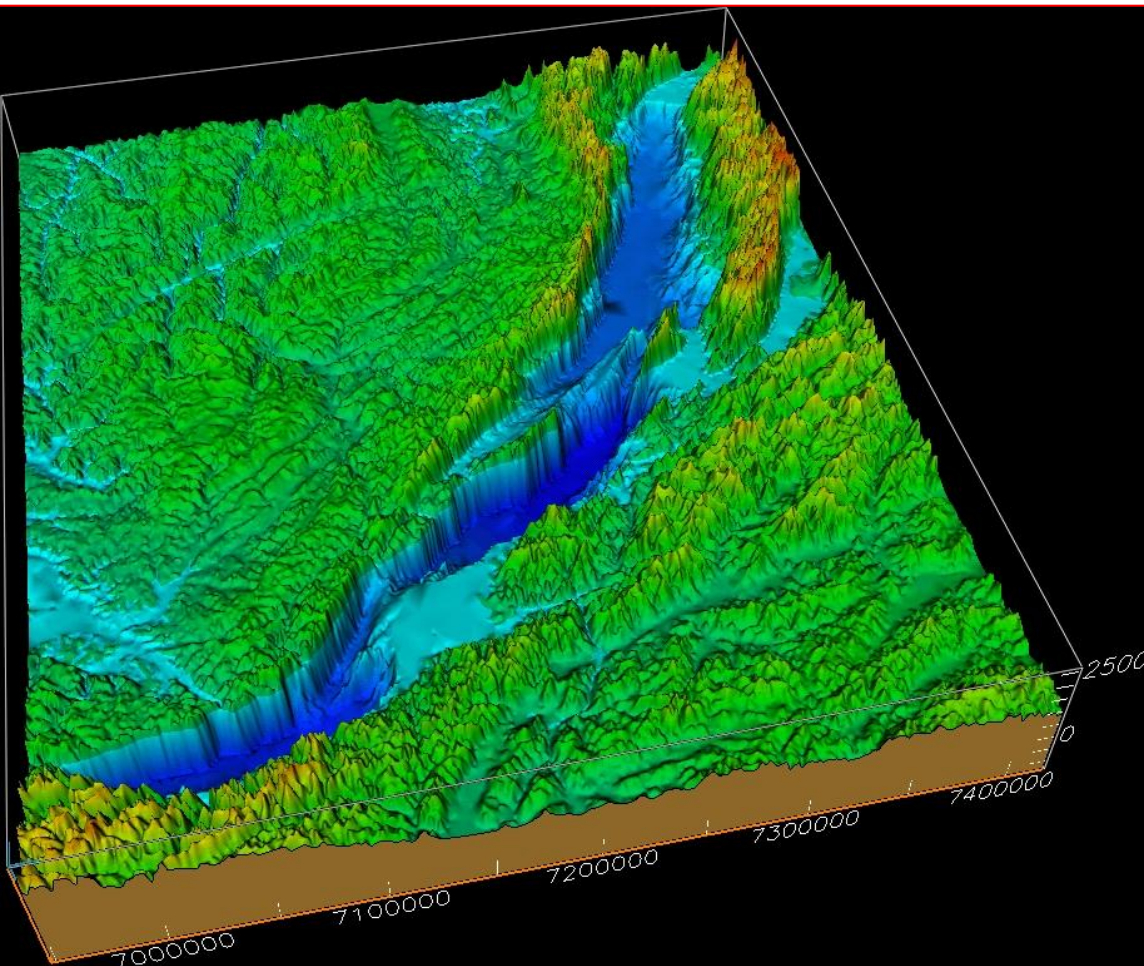
Байкальская  
рифтовая зона –  
система горных  
хребтов и  
впадин северо-  
восточного  
простираения  
(1800 км).

# БАЙКАЛ – ДРЕВНЕЙШЕЕ ОЗЕРО ПЛАНЕТЫ



- ❖ *Накопление первых озёрных отложений началось 65–70 млн лет назад.*
- ❖ *Развитие впадины включает 3 геодинамических этапа.*
- ❖ *Возраст глубоководных озёрных водоемов в районе современного Байкала – не менее 25–30 млн лет.*

# Байкал – лидер среди пресноводных водоёмов по глубине и объему водной массы



- Максимальная глубина – 1642 м;
- средняя глубина – 744,4 м;
- объем водной массы 23615,4 км<sup>3</sup>.

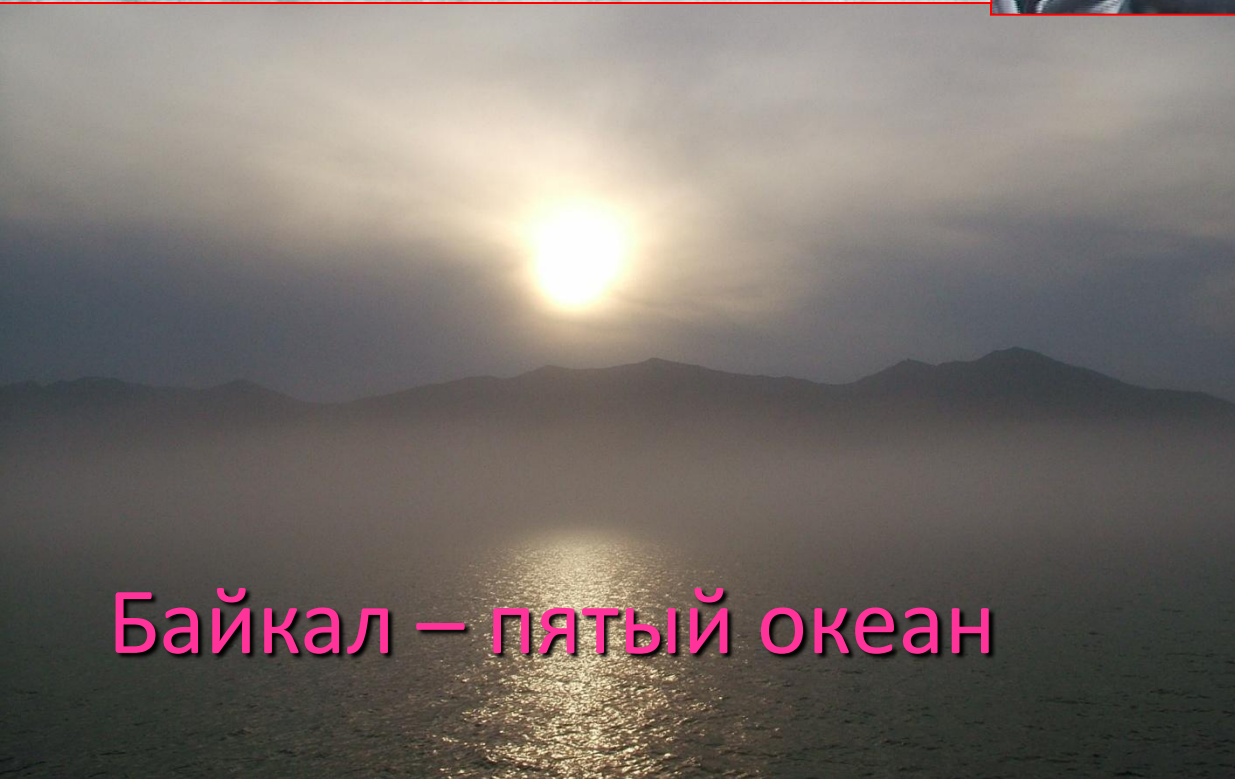


# Байкал продолжает задавать загадки...

ОБЪЕДИНЕННАЯ  
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА

 **дрофа**

 **вентана  
граф**



Байкал – пятый океан



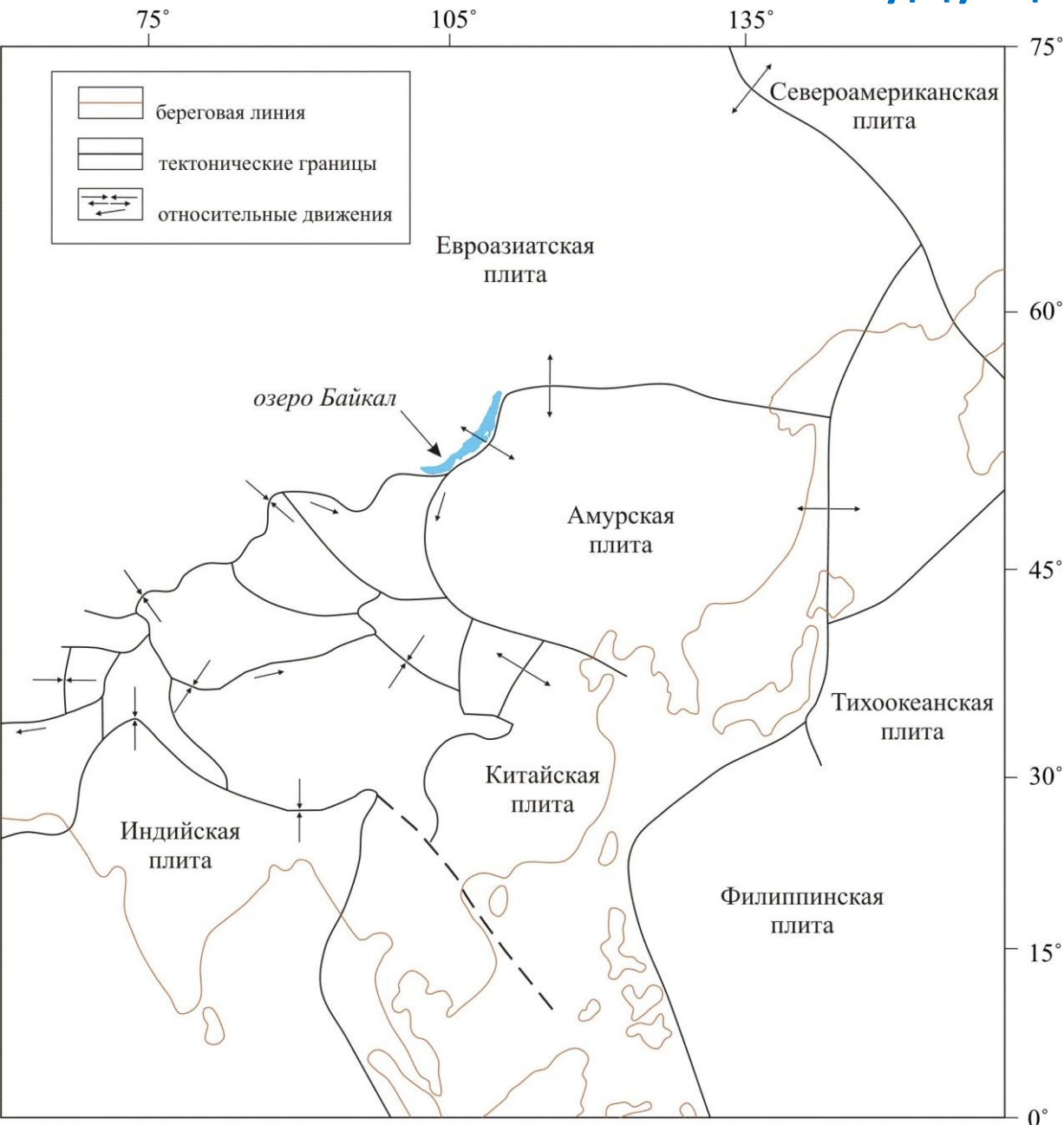
# Байкал – модельный водоём для исследования океанологических процессов

## ОСОБЕННОСТИ ВОДОЁМА ОКЕАНИЧЕСКОГО ТИПА:

- Геоморфология впадины
- Геологический возраст
- Гидрологические явления: горизонтальные течения, вертикальный водообмен, штормы, апвеллинги и др.
- Структура биоты: бурное видообразование, разнообразие жизненных форм, глубоководная фауна, островная изоляция, холододлюбивый пелагический комплекс и др.



# Станет ли Байкал в будущем действительно новым океаном?



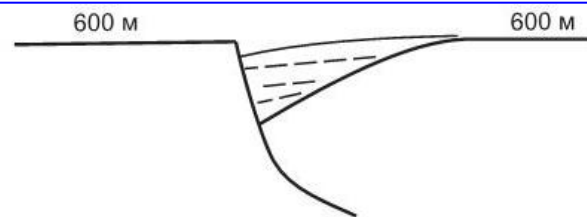
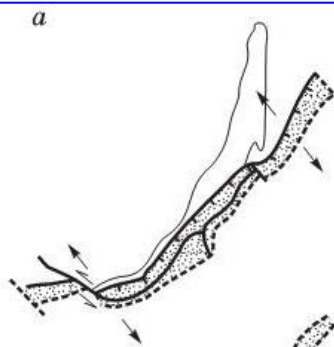
- Согласно теории тектоники плит, ведущую роль в возникновении впадины Байкала сыграла Индо-Евразийская коллизия.
- Однако впадина фиксирована с востока большой Амурской плитой.

# Три этапа развития Байкальского рифта:

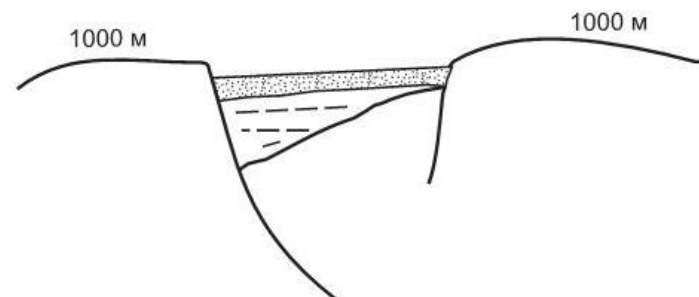
- *Археобайкальский* (крипторифтовый, древнейший) – 70–30 млн лет;
- *Протобайкальский* (раннеорогенный, экторифтовый) – 30–3,5 млн лет;
- *Палеобайкало-Байкальский* (позднеорогенный, собственно рифтовый) – 3,5–0 млн лет.

# Развитие Байкальской рифтовой зоны, по Зоненшайну и Мацу

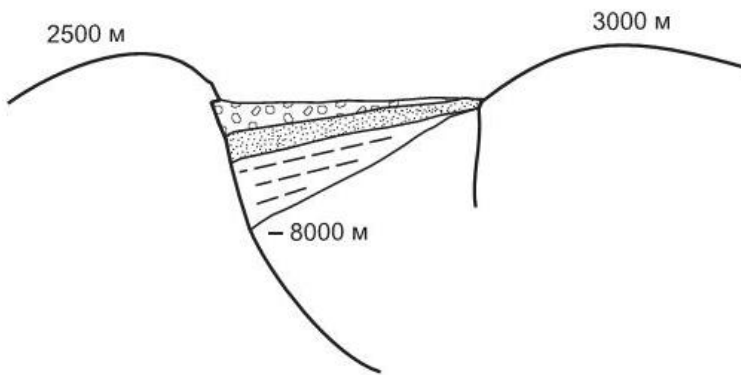
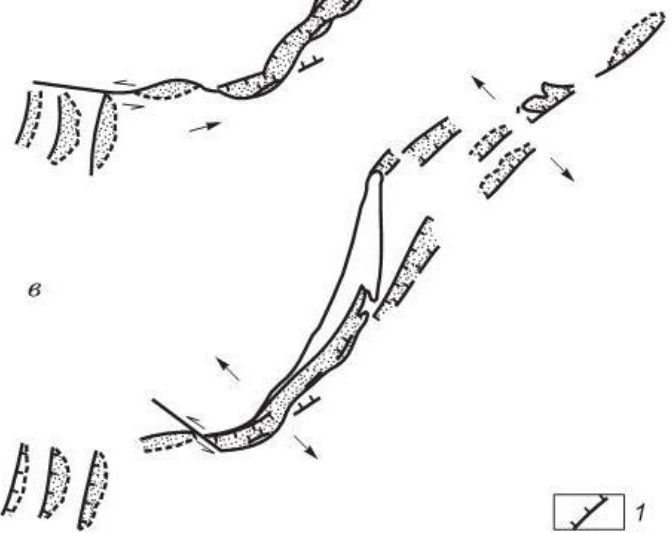
Этап 1



Этап 2



Этап 3



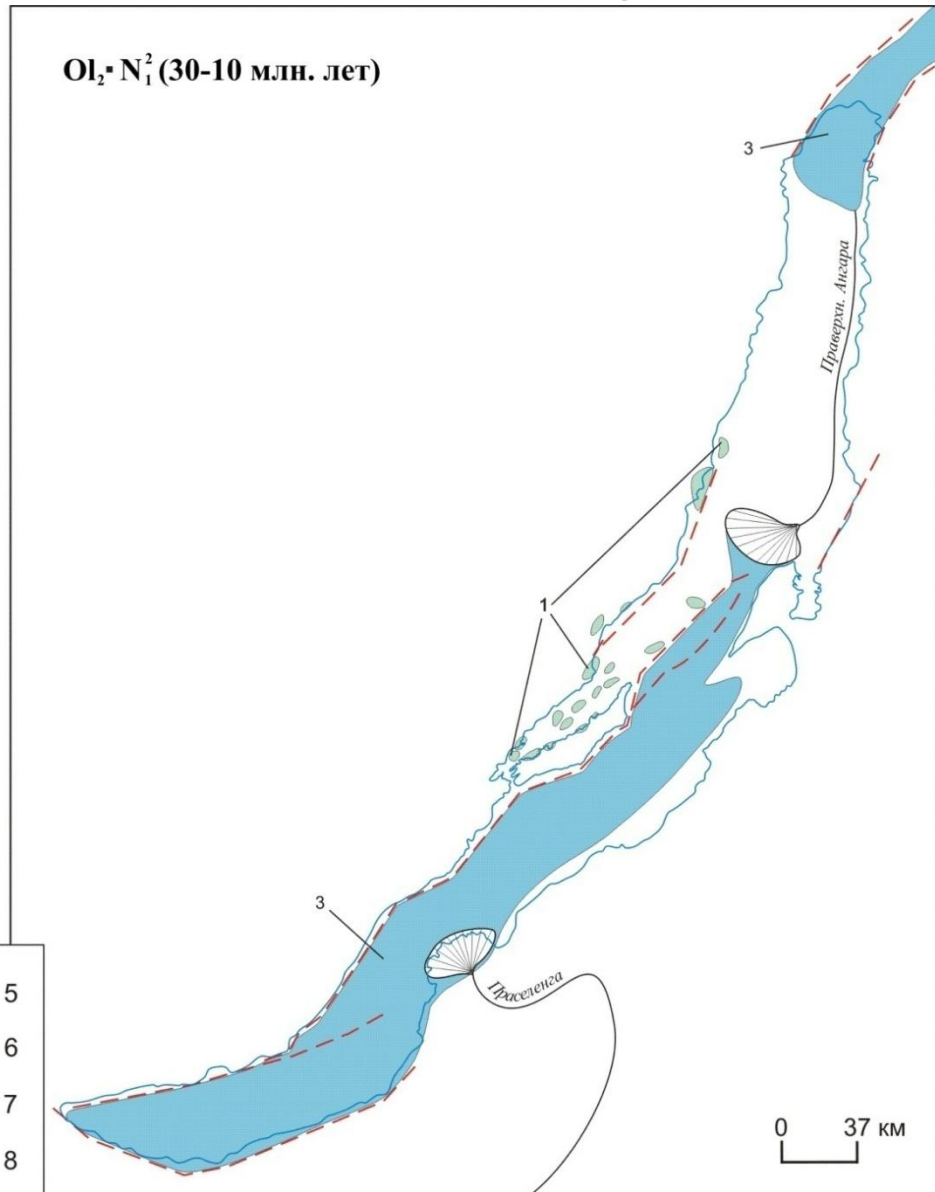
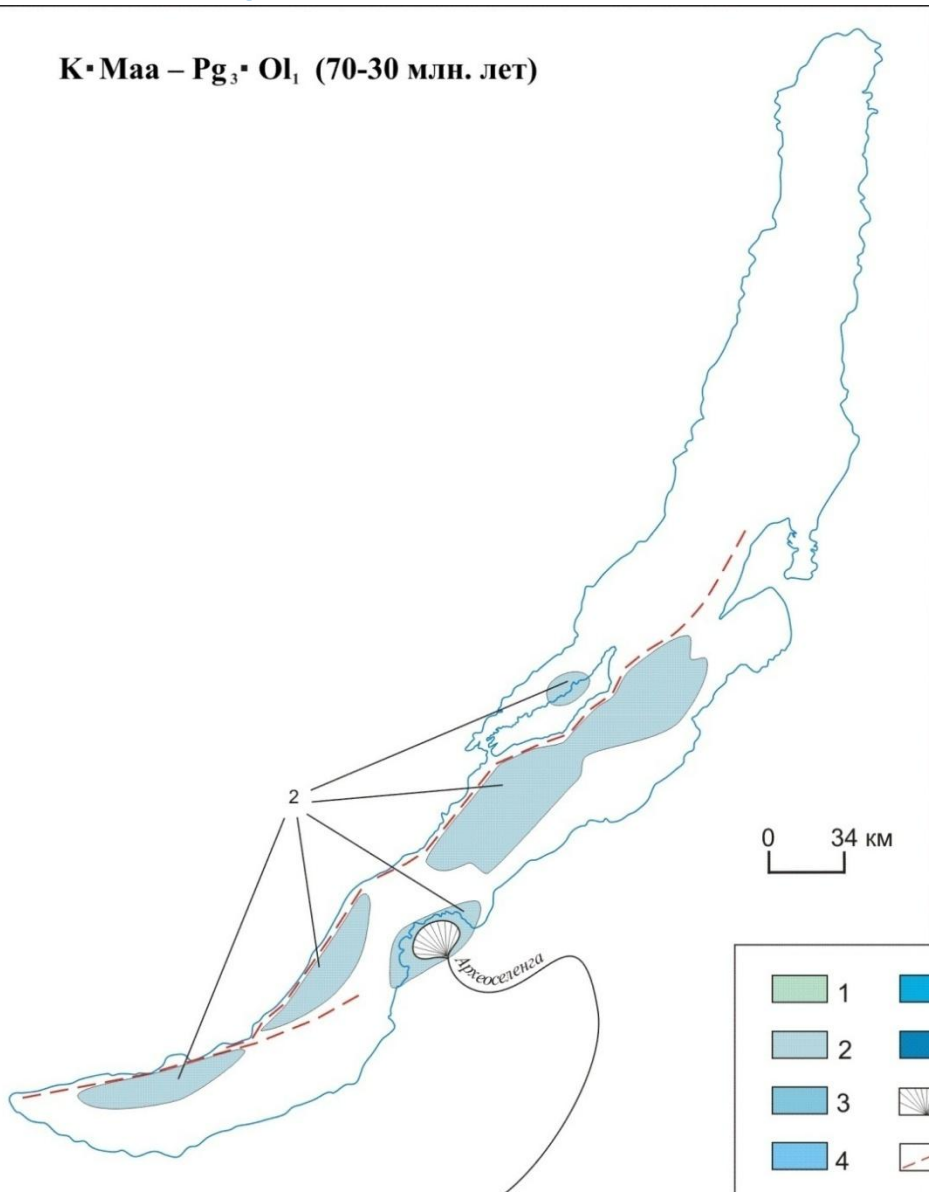
Бухта Бабушка. Здесь Байкал размывает гальку из отложений одного из наиболее древних озёр



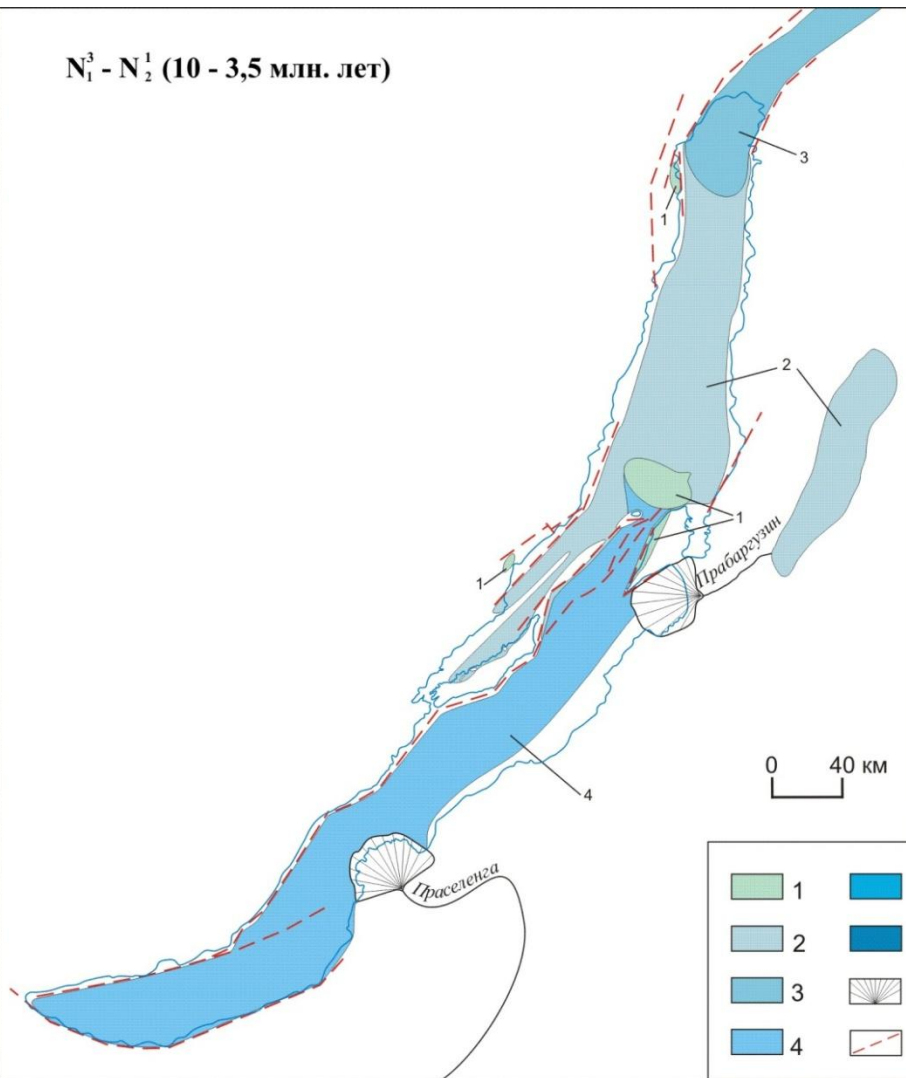
# Палеогеографическая схема развития Байкала (по В.Д. Мацу)

К·Маа – Pg<sub>3</sub>·Ol<sub>1</sub> (70-30 млн. лет)

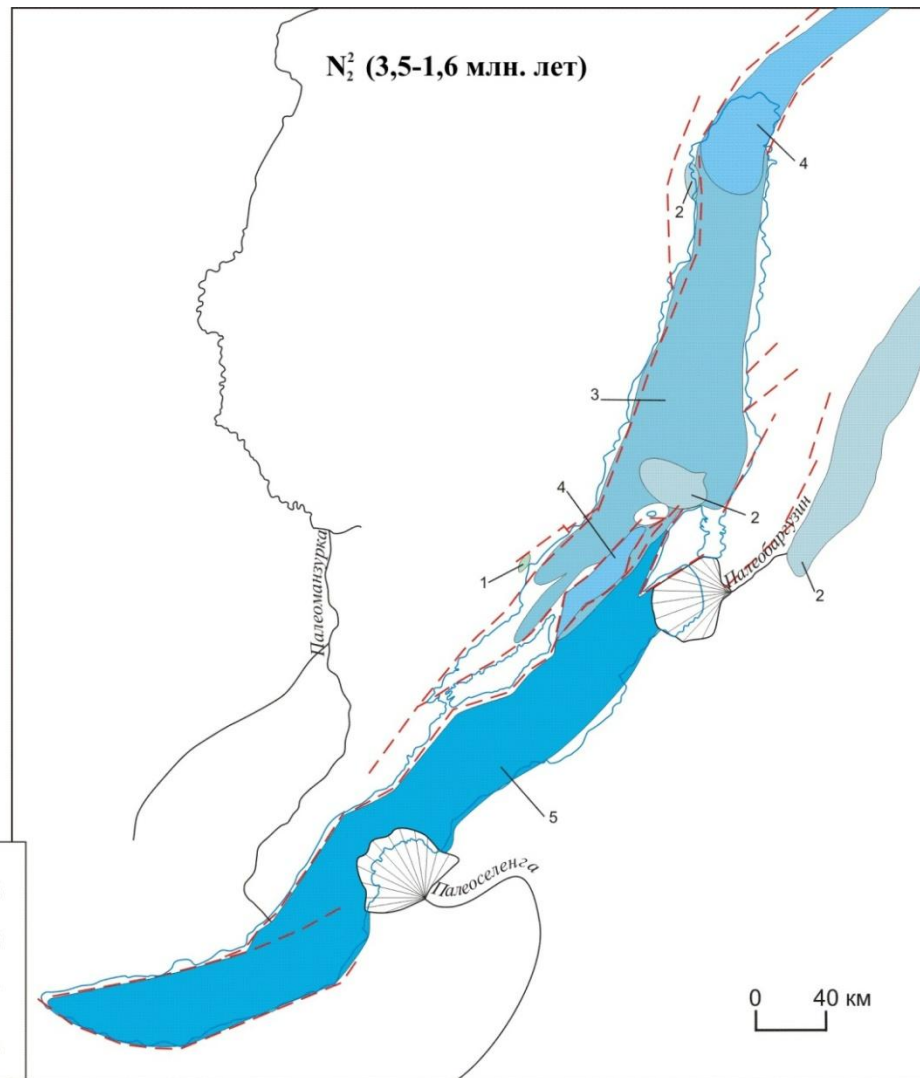
Ol<sub>2</sub>·N<sub>1</sub><sup>2</sup> (30-10 млн. лет)



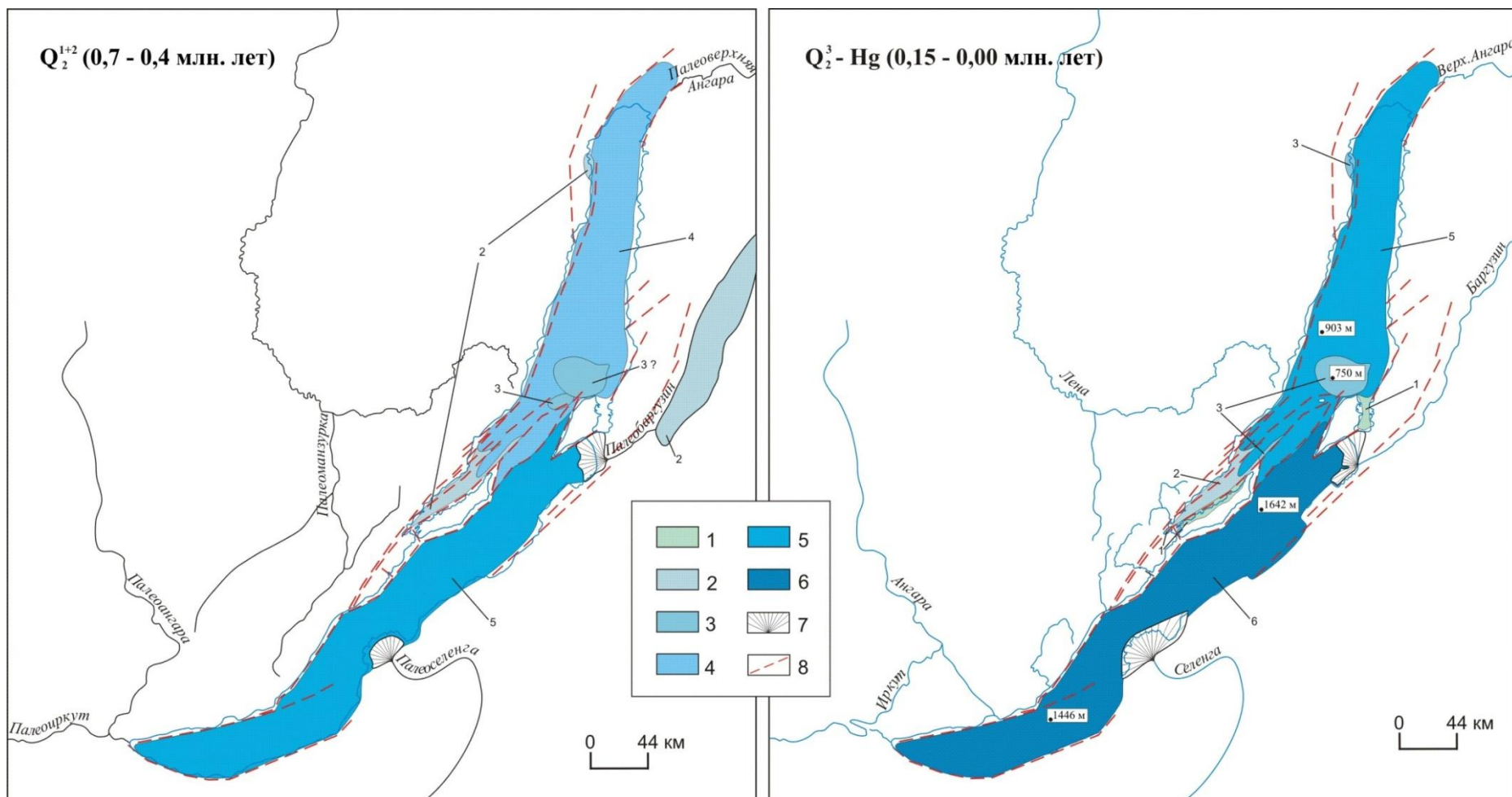
$N_1^3 - N_2^1$  (10 - 3,5 млн. лет)



$N_2^2$  (3,5-1,6 млн. лет)

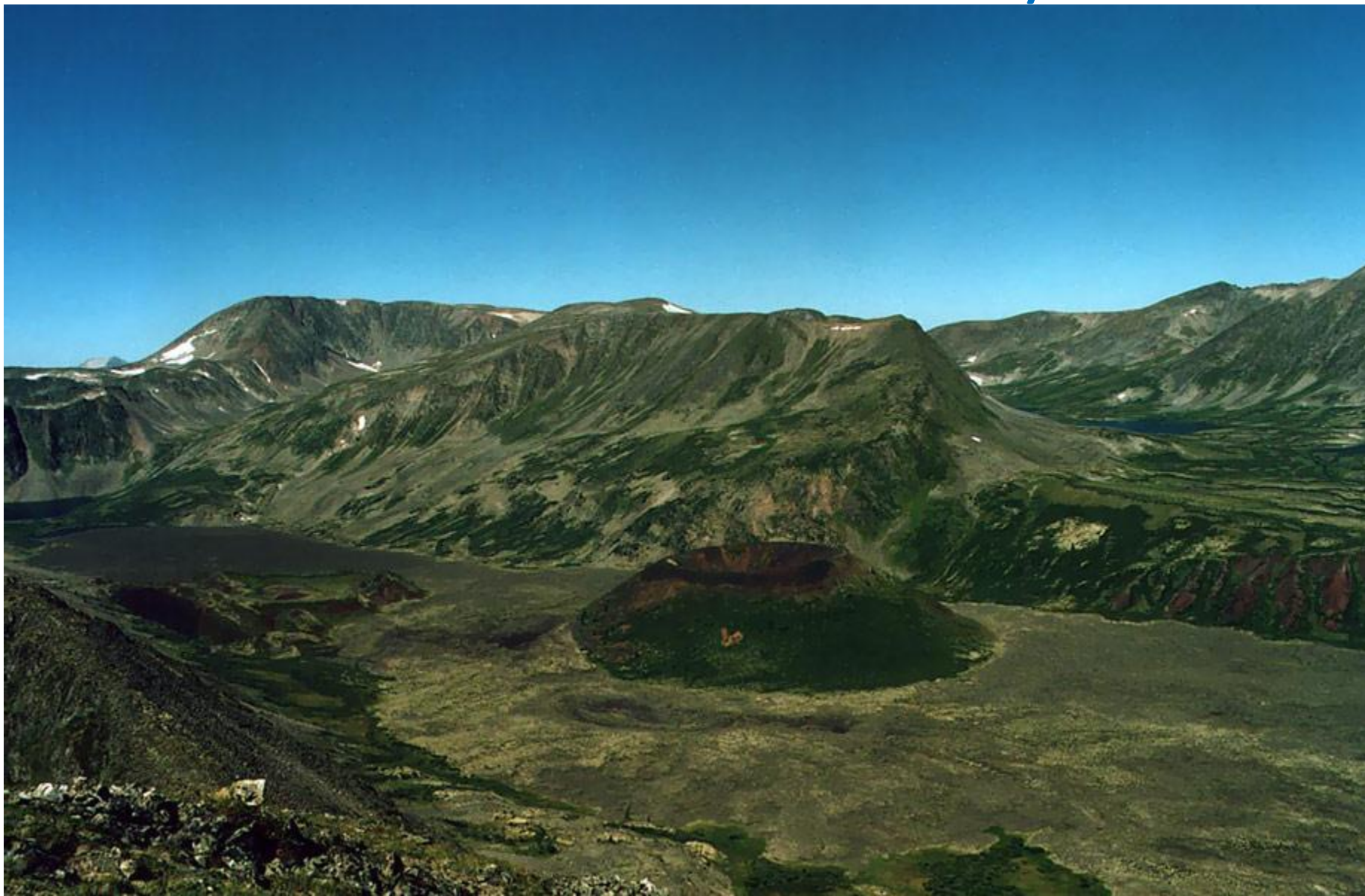


# Праманзурский сток в бассейн Лены



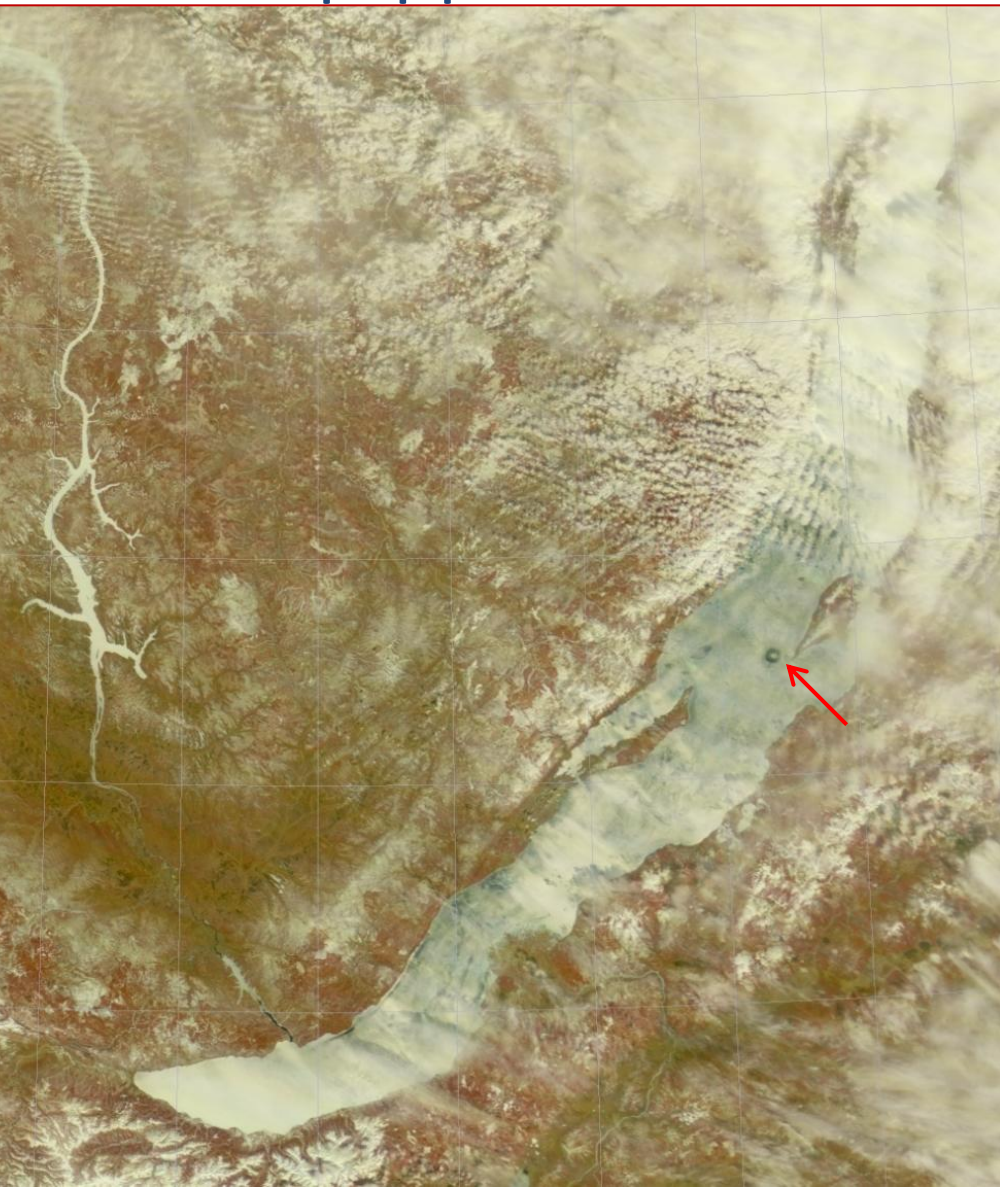
# Иркутский сток и возникновение Ангарского порога

# Были ли вблизи от Байкала вулканы?





# «Кольца дьявола»



Громадная полынья (>10 км в диаметре) вскрылась через несколько дней на месте кольца.



Газогидраты на дне Байкала

# Эволюционные «очаги» современной биосферы планеты:

- Экосистемы тропических лесов;
- Экосистемы предгорий и нижних поясов гор (сочетание ландшафтов);
- Экосистемы коралловых рифов;
- Глубоководные океанические желоба;
- Подводные склоны Антарктиды;
- Древние глубоководные озёра, на первом месте – Байкал.

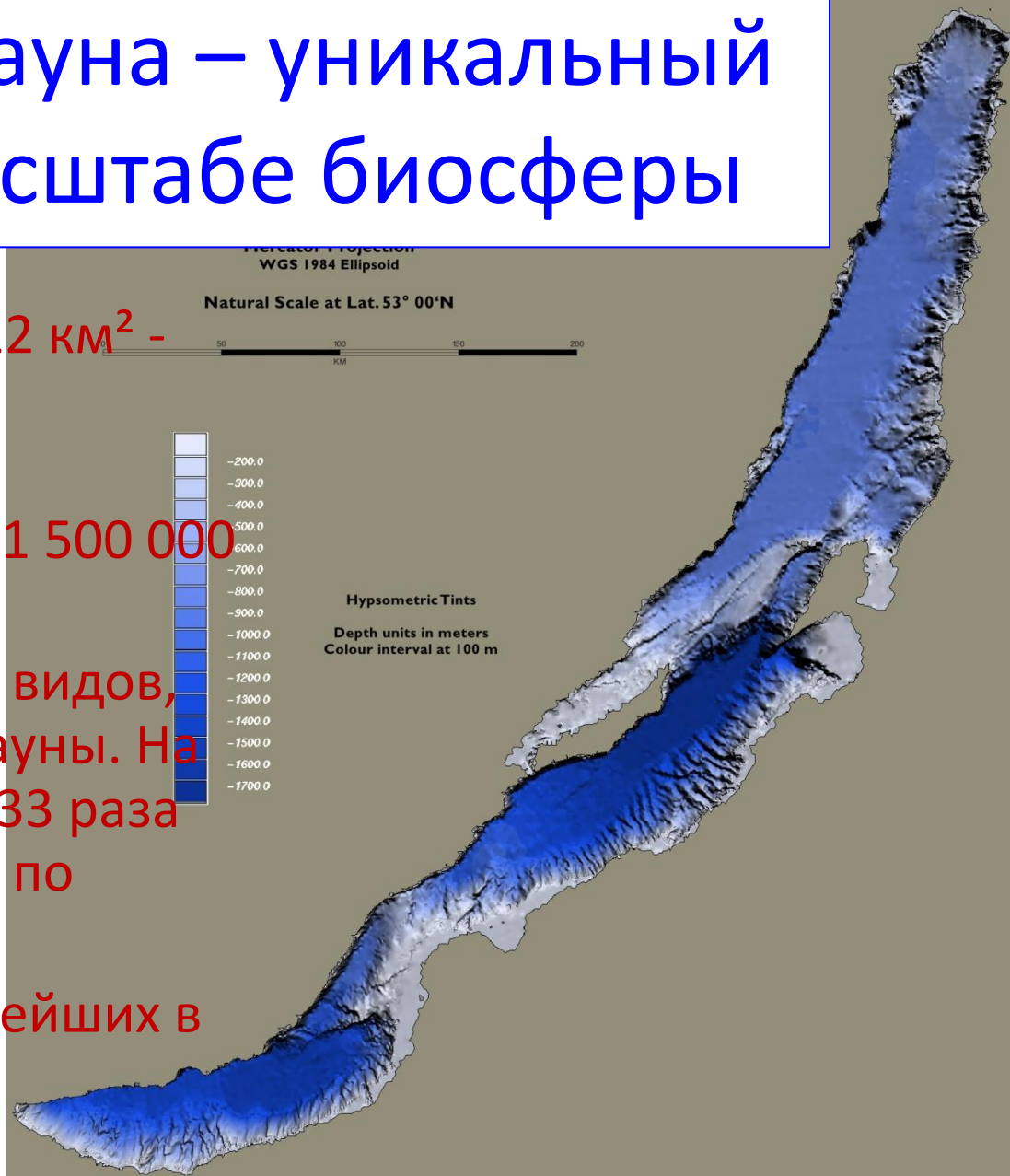
# Байкал – природная эволюционная лаборатория



**В Байкале обитает около 3000 видов животных  
и свыше 1500 видов растений**

# Байкальская фауна – уникальный феномен в масштабе биосферы

- Площадь Байкала 31 722 км<sup>2</sup> - 0,000006 % от площади поверхности Земли.
- В мире известно около 1 500 000 видов животных.
- В Байкале – около 3000 видов, или 0,002% мировой фауны. На единицу площади – в 333 раза больше, чем в среднем по планете!
- Байкал – один из крупнейших в биосфере «очагов» видообразования.



*В Байкале обитает более 700 видов и подвидов ракообразных, из которых 354 – бокоплавы (амфиподы).*





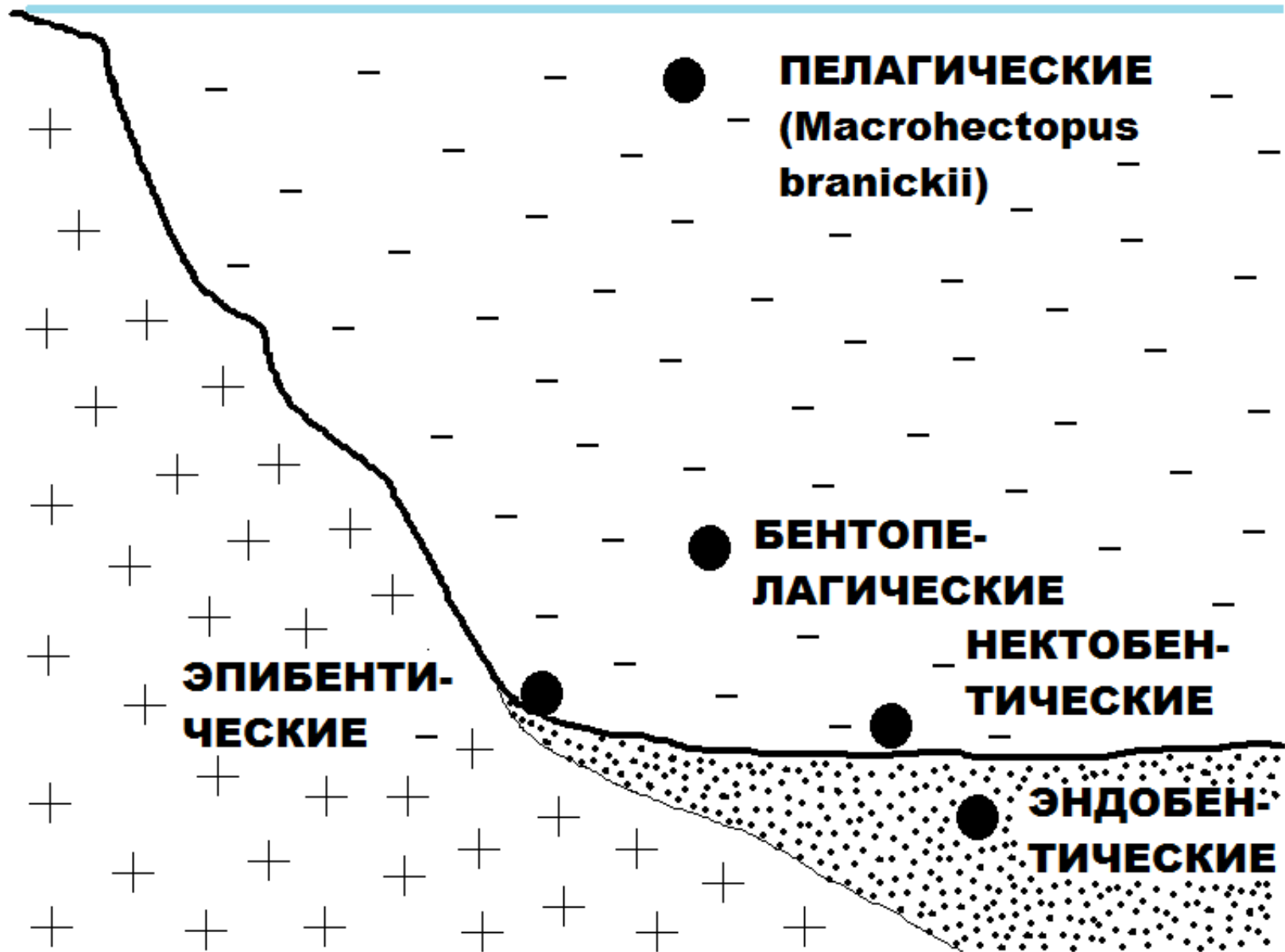
*Brandtia parasitica*



*Acanthogammarus reichertii*

- В Байкале сосредоточено:
- 4,3 % всей мировой фауны амфипод;
- 28,5 % всех известных пресноводных амфипод;
- 45,3 % амфипод поверхностных континентальных вод;
- 61,0% амфипод континентальных вод России.

# Амфиподы глубоководной зоны:

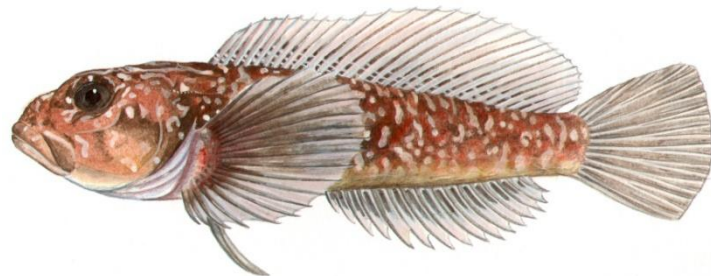
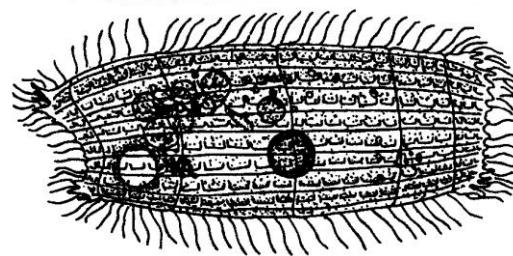






# ДРУГИЕ ГРУППЫ ЖИВОТНЫХ

- Брюхоногие моллюски – 150 видов, эндемизм 78%;
- Плоские свободноживущие черви – 193 вида и подвида, эндемизм 99,5%;
- Инфузории свободноживущие – более 200 видов, большинство неописаны;
- Рогатковидные рыбы (бычки) – 31 вид (33?), эндемизм 93,5%.



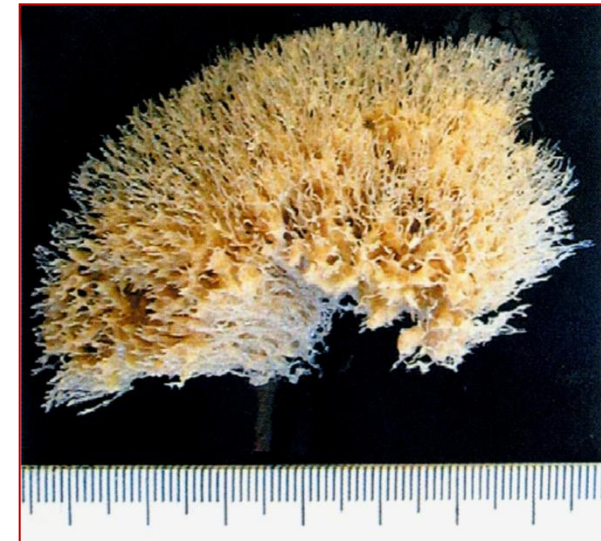
**Общий уровень эндемизма фауны не имеет аналогов в других озёрах: по всему Байкалу 67–68% видов (2/3), в открытой холодноводной части – около 83%.**

# Подводные украшения Байкала

- «Мы нашли в Байкале голубую губку... Это открытие мирового уровня!» – настоящее открытие или пиар?



Губка, обнаруженная при исследованиях на ГОА «Мир»

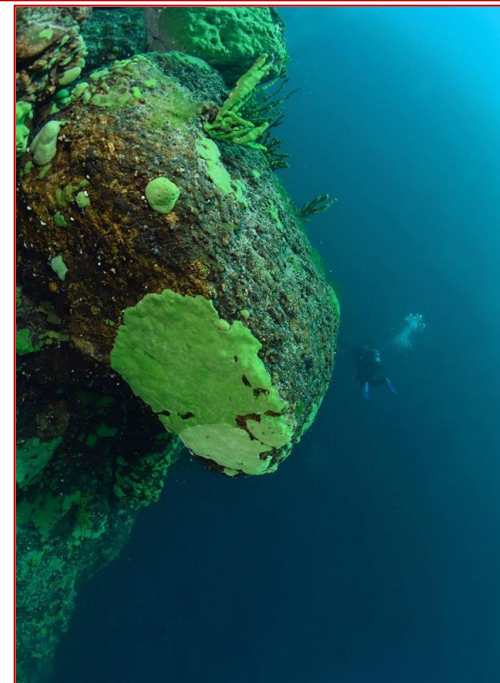


*Rezinkovia arbuscula*

- Губки рода *Rezinkovia*, имеющие голубовато-белую окраску, описаны из Байкала ещё в 2001 г. Они не любят солнечного света, и долго скрывались от исследователей на крутых склонах и в выемках скал.

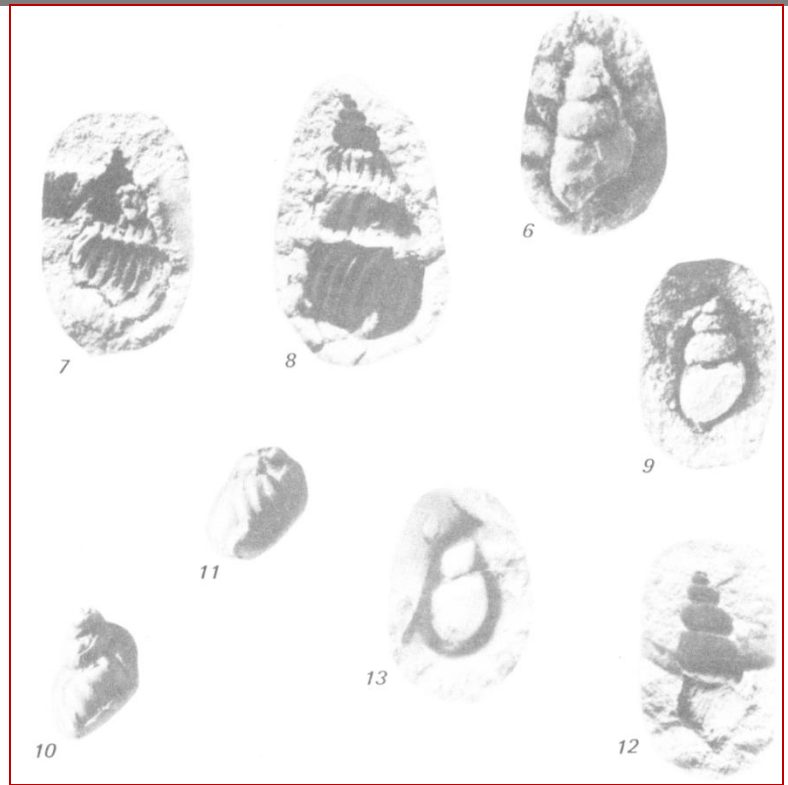


Губки бывают корковые и ветвистые. 18 видов из 6 родов. В зоне фотосинтеза в их тканях поселяются симбиотические водоросли. Также встречены бактерии, жгутиконосцы и даже дрожжи.



Байкал – полигон для разработки эволюционной теории XXI века.

Главный вопрос: **Что движет эволюцией животного мира озера?**



?



# Креационисты идут в наступление

Одно из сообщений в СМИ: «Православные активисты провели пикет против эволюционной теории Дарвина». Преподавание теории эволюции предлагают считать **аморальным**.

РПЦ предлагает ввести в школьные программы «Основы православной культуры» с 1 по 11 классы. Сколько часов выделено на раздел «Общая биология»?

...

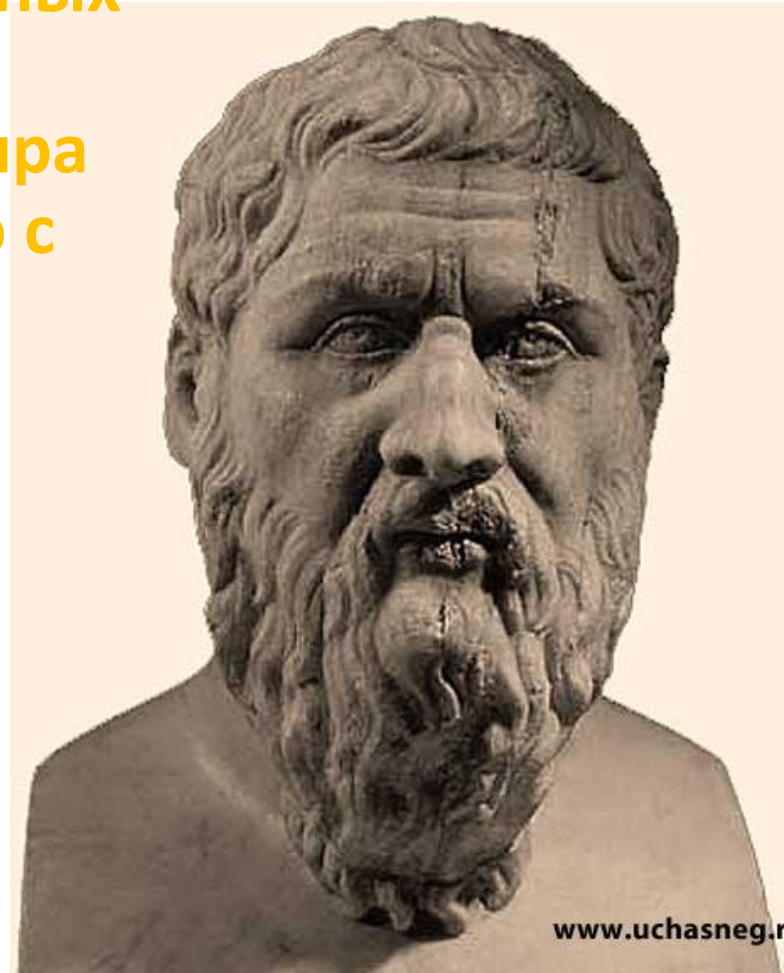


# АТОМИЗМ



Два  
противоположных  
взгляда на  
устройство мира  
ведут начало с  
древности.

# ХОЛИЗМ



## Линия Демокрита

## Линия Платона

# Развитие дилеммы: 1859 – 1922 гг. **ТИХОГЕНЕЗ** – **НОМОГЕНЕЗ**



**Ч.Р. Дарвин**



**Л.С. Берг**

# Экоцентрическая концепция эволюции



**В.А. Красилов**



**В.Ф. Левченко**

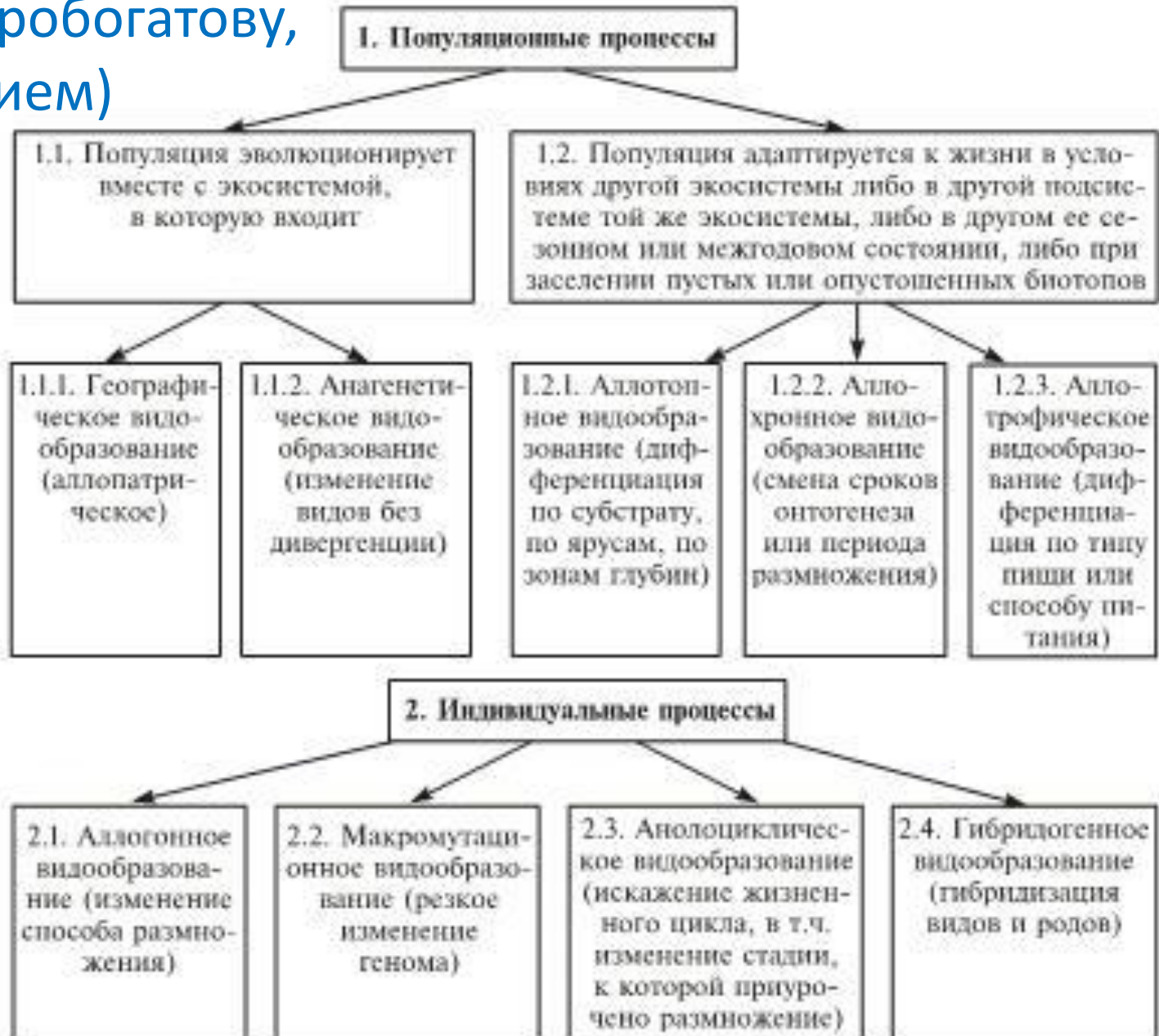


# Три ведущих типа эволюционных концепций:

- **Селектогенетические** (тихогенетические; все версии дарвинизма, «синтетическая теория эволюции») – эволюция движима отбором, наследуются *случайно* возникшие изменения;
- **Номогенетические** – эволюция имеет *закономерный* и *направленный* характер, ведущую роль играют внутренние факторы;
- **Экогенетические** (экоцентрические) – эволюция *направлена* и канализируется развитием экосистем и *биосферы* в целом.

# Типы видообразовательных процессов

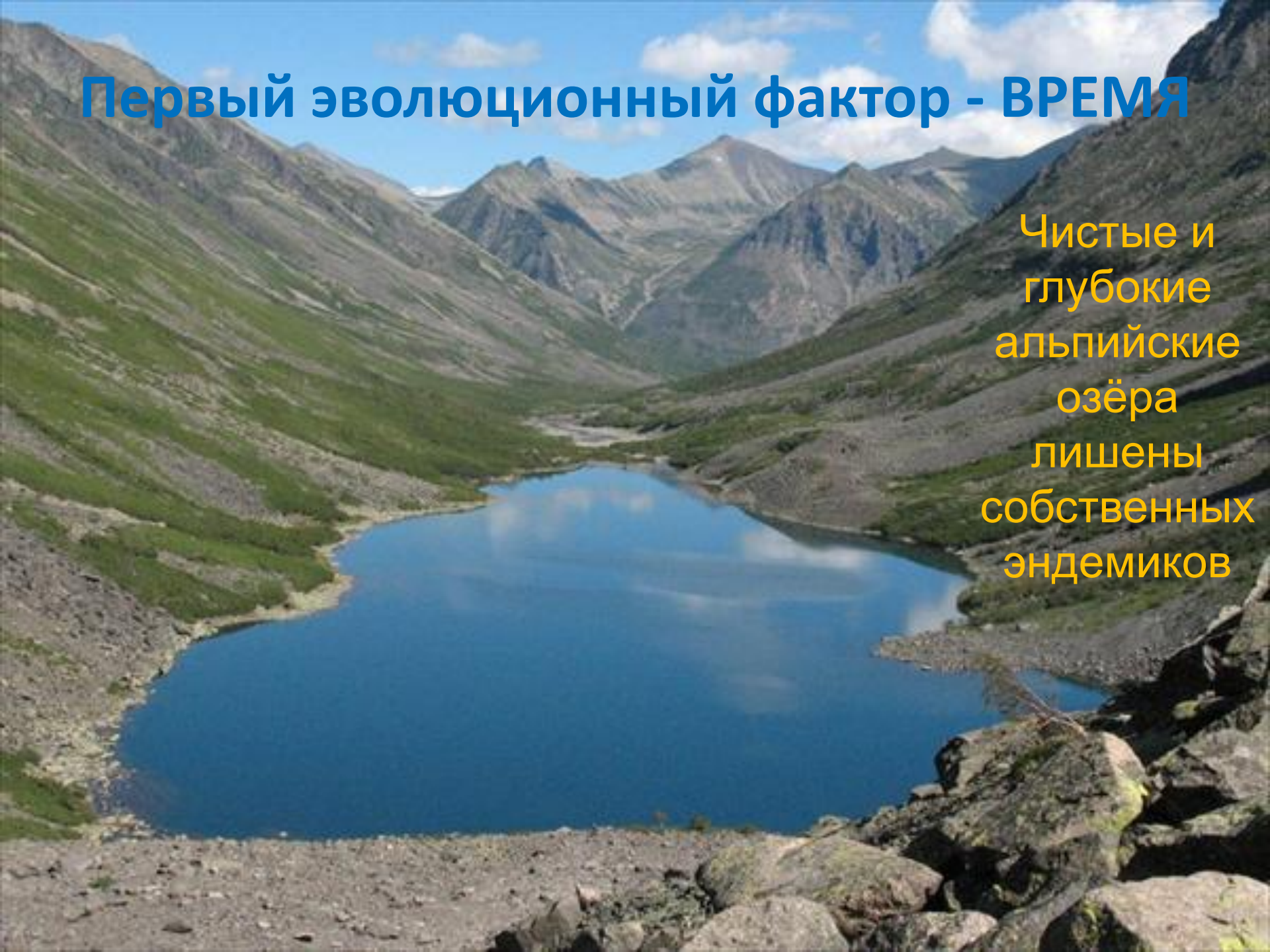
(по Я.И. Старобогатову,  
с дополнением)



Пути  
эволюции  
различны

# Первый эволюционный фактор - ВРЕМЯ

Чистые и  
глубокие  
альпийские  
озёра  
лишены  
собственных  
эндемиков



# Огромное биотопическое разнообразие и прогрессирующее углубление котловины

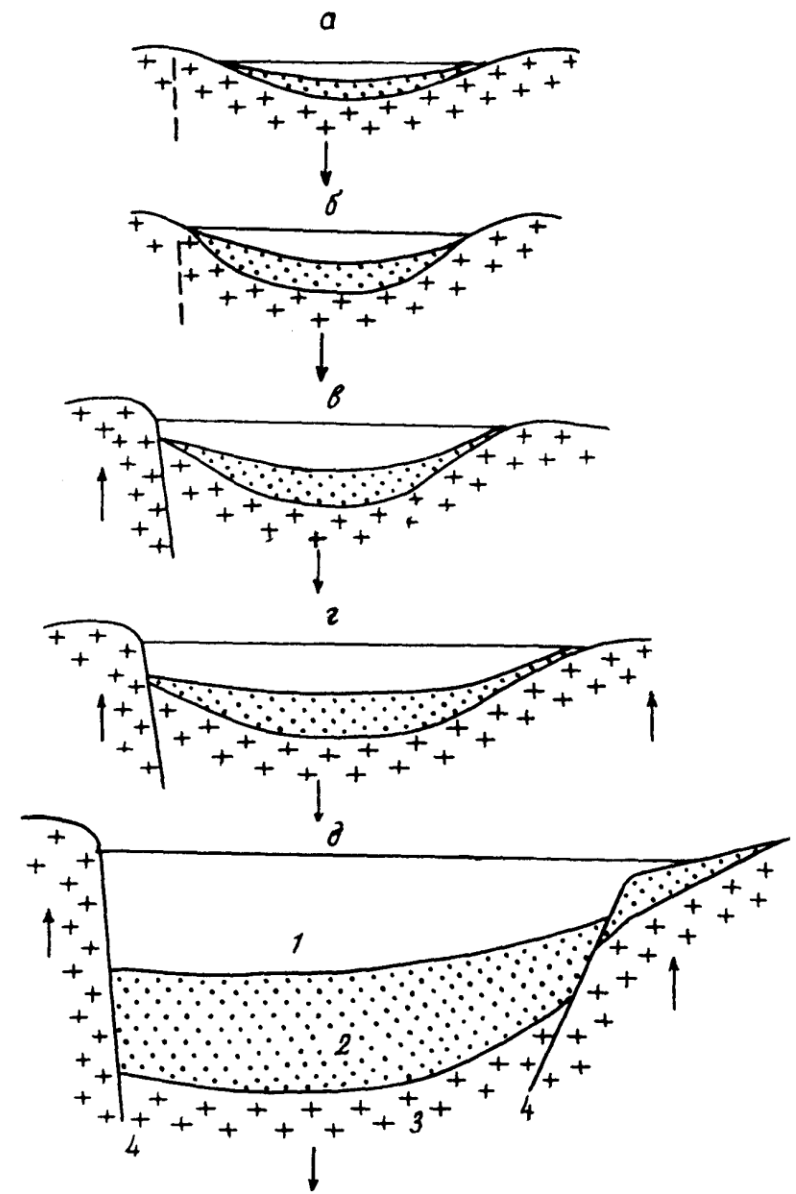


Рис. 107. Схема развития впадины Байкала  
(по Б. Ф. Луту, 1964).

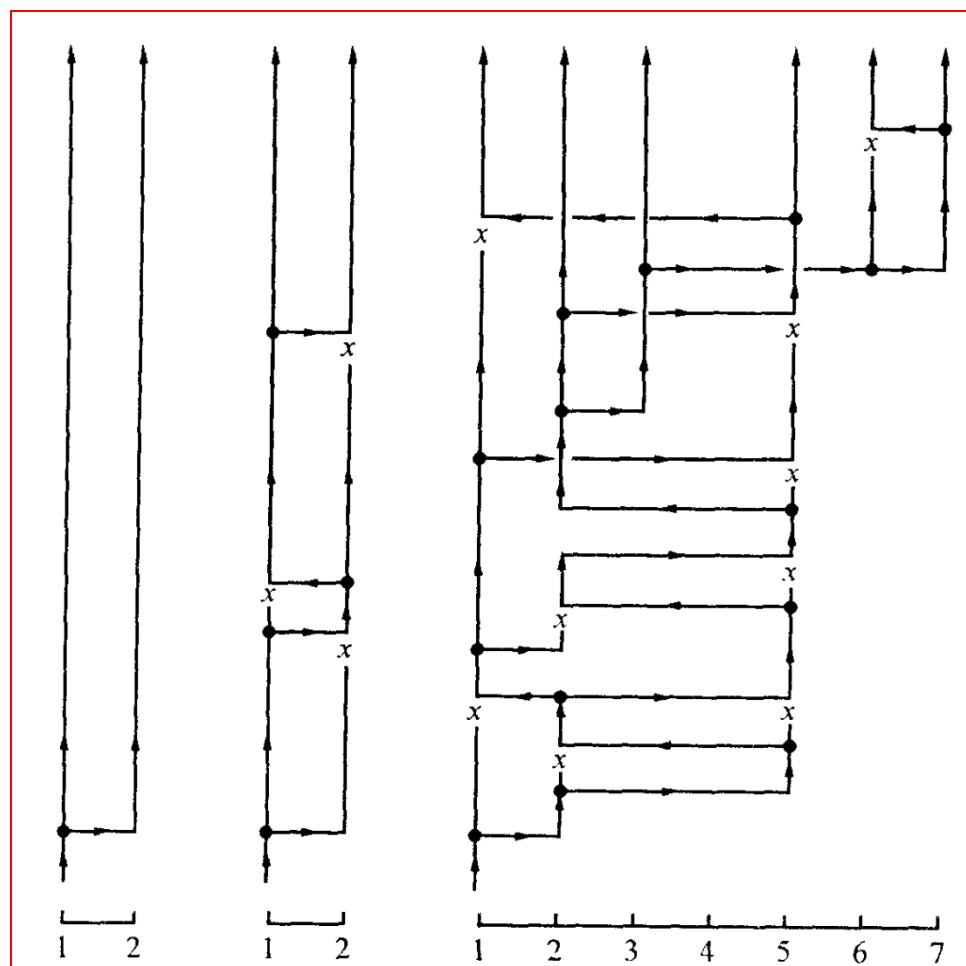
*а, б, в, г, д* — стадии развития: 1 — вода; 2 — рыхлые отложения; 3 — кристаллическое основание; 4 — разломы (пунктир — рытые фундаменты); стрелками показано направление смещения.

- **Экологическая ниша** – «профессия» вида. Различают нишу потенциальную и реализованную.

- **Лицензия** – конкретные условия обитания, предоставляемые видам экосистемой.

Открытие новых лицензий сопровождается **ослаблением отбора!**

При сильной конкуренции смена ниш замедляется.



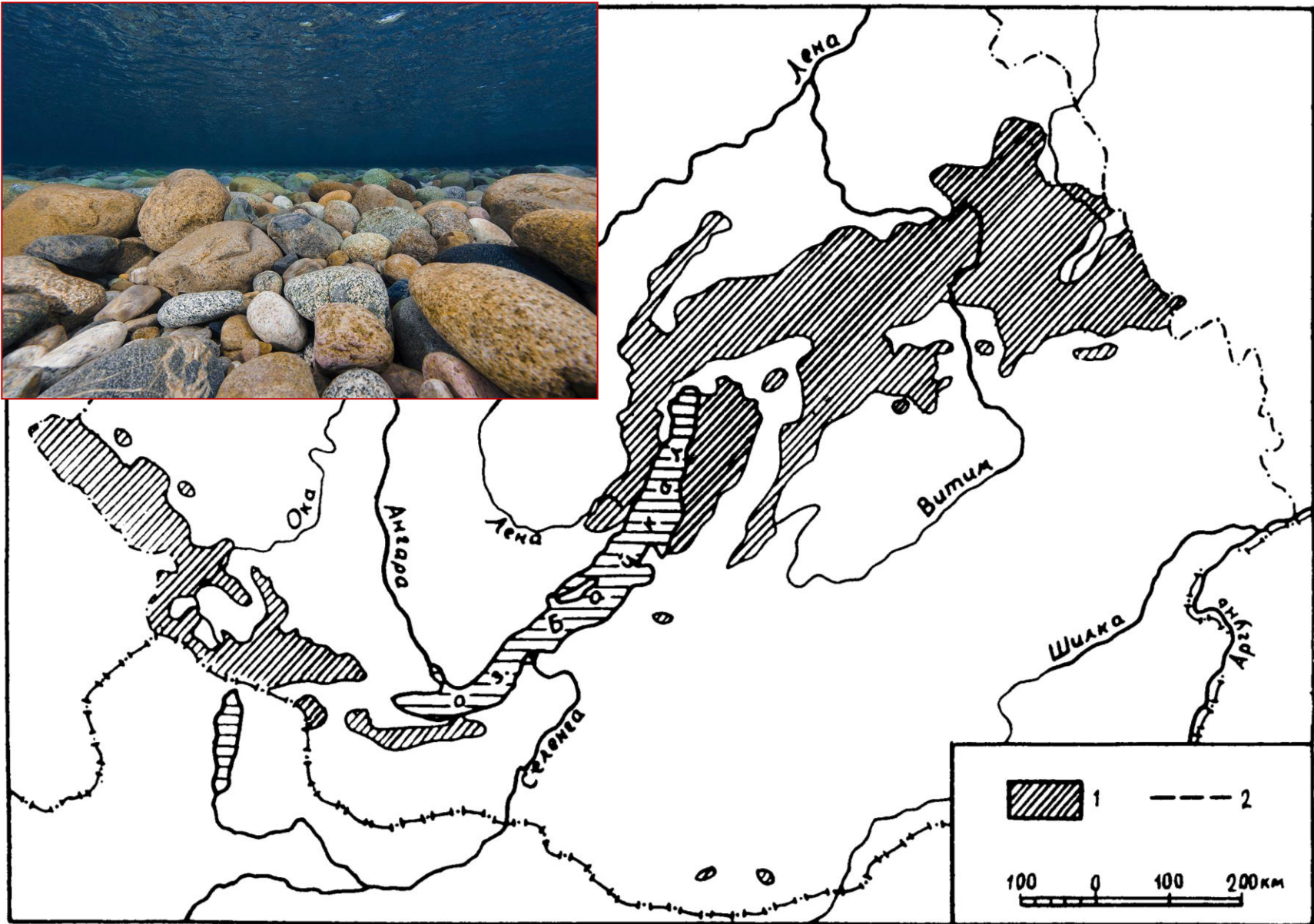
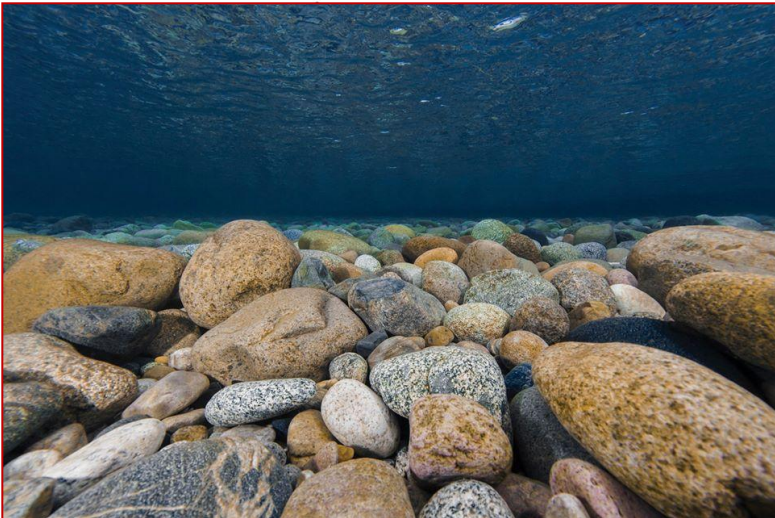
# Фактор, ускоряющий эволюцию: чередование кризисных и межкризисных периодов

- Для кайнозоя – чередование гляциалов и интергляциалов

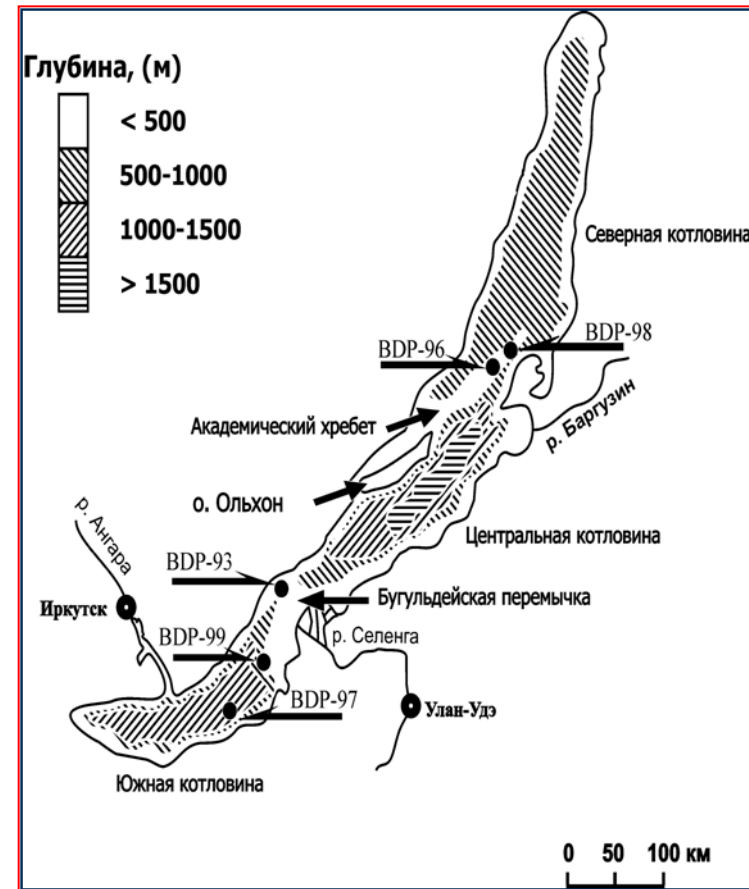
Реликтовый ледник на горе Мунку-Сардык, «вершине» Байкальской Сибири (3491 м).



# Районы распространения плейстоценовых ледников



Палеоолимонологические исследования донных отложений подтверждают точку зрения об «экологических коллапсах» в экосистеме Байкала и бурных всплесках последующего видообразования...



Международный проект «Байкал-бурение» (BDP), 1993–1999 гг.



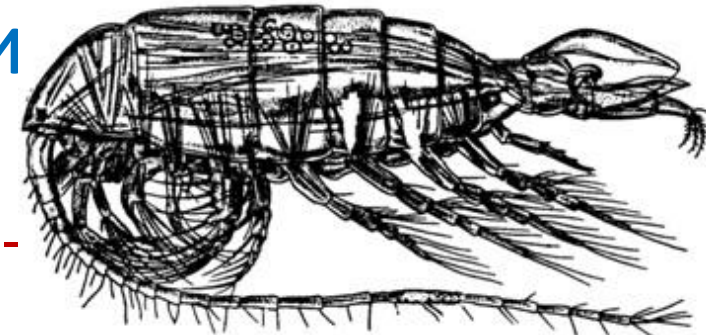
Экологические коллапсы обуславливались  
падением продуктивности экосистемы в

**десятки и сотни раз**

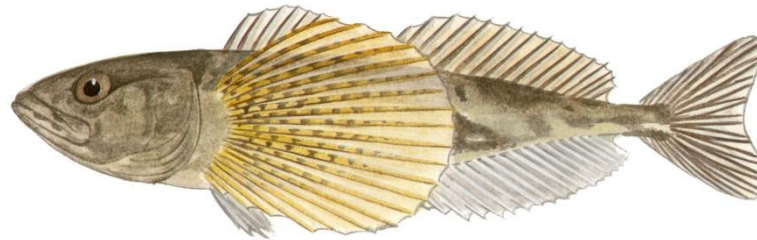
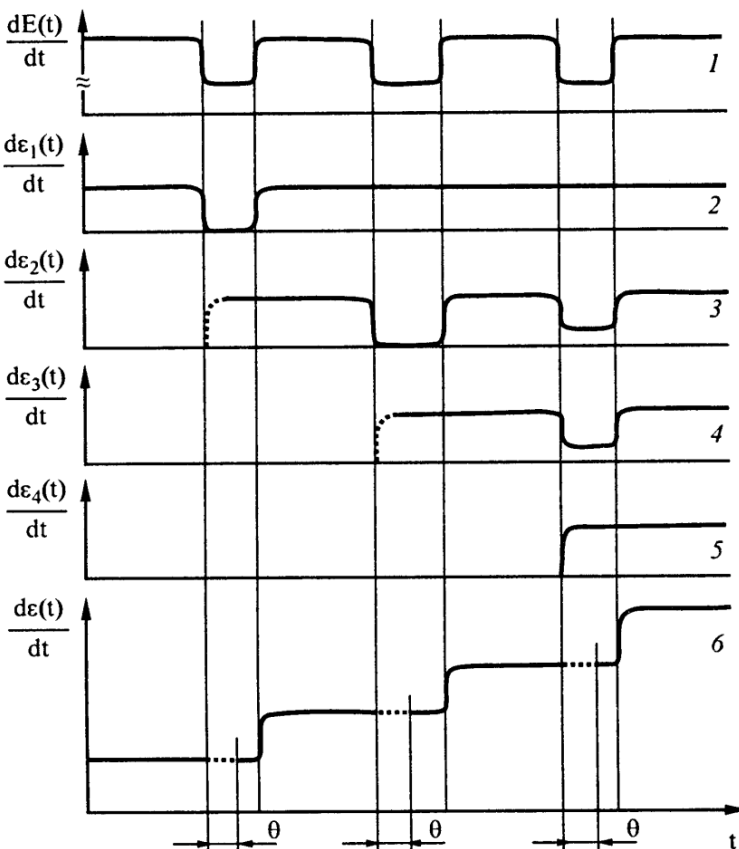


# Физическая «сущность» эволюции экосистем – увеличение потока энергии (по В.Ф. Левченко)

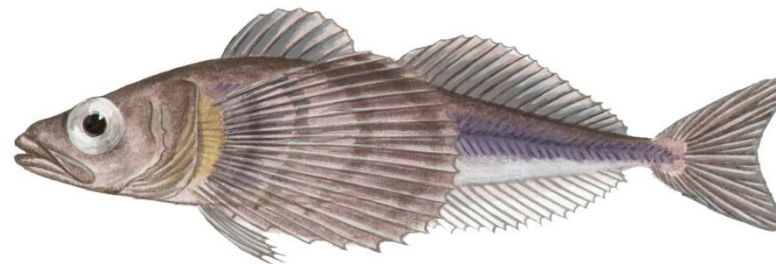
В плейстоцене в Байкале возник **холодноводно-стенотермный** пелагический комплекс.



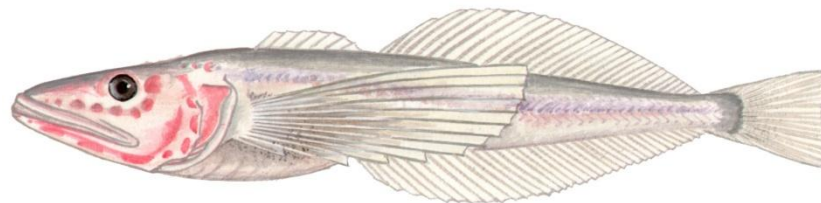
Эпишура байкальская



Желтокрылка



Длиннокрылка



Большая голомянка



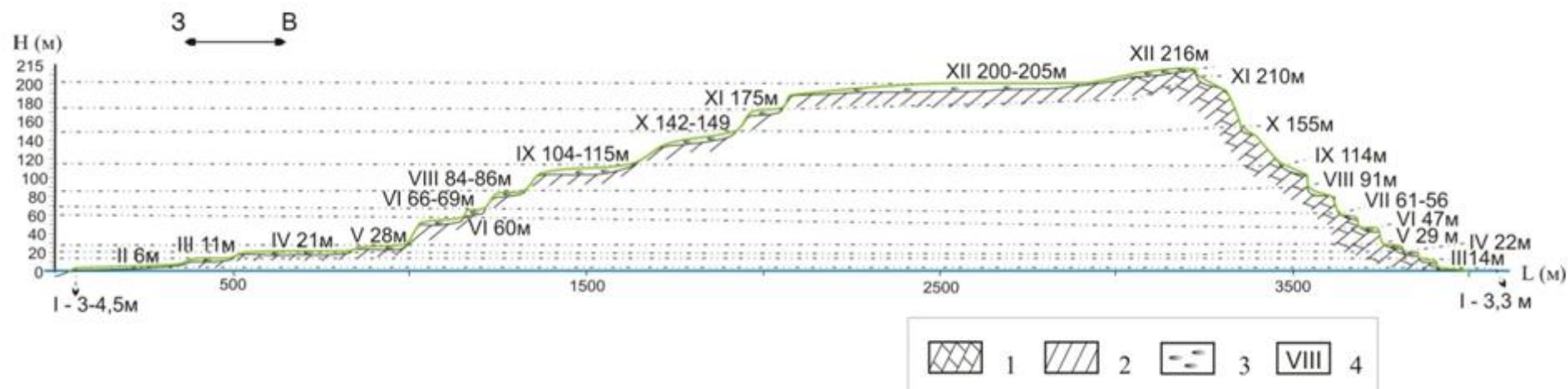
**Котельниковский горячий источник изливается на берегу Байкала.**

**Термальный источник  
Верхняя Заимка**





## Эвстазия – изменения уровня озера



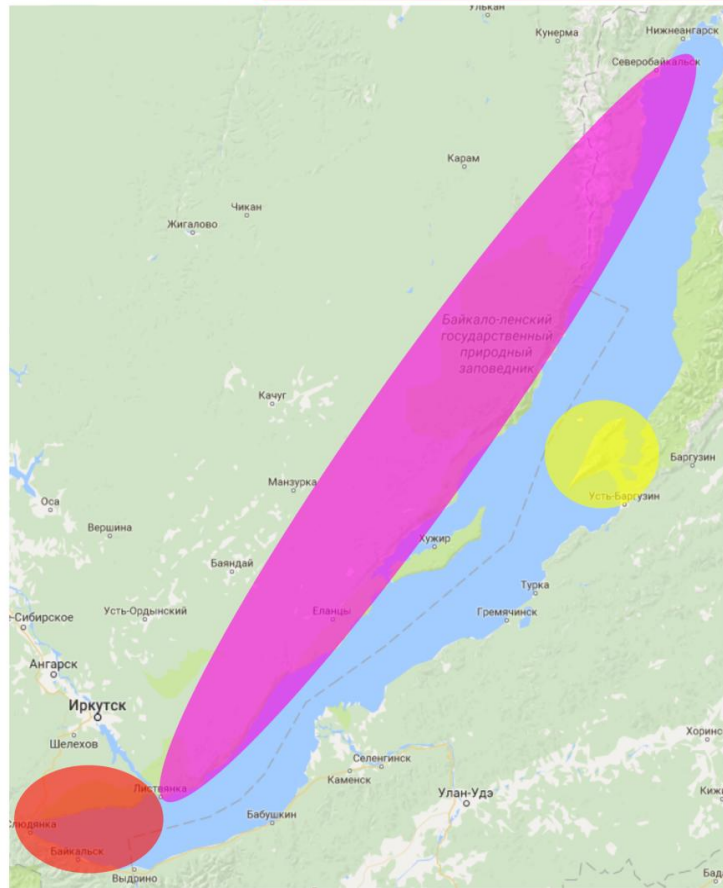
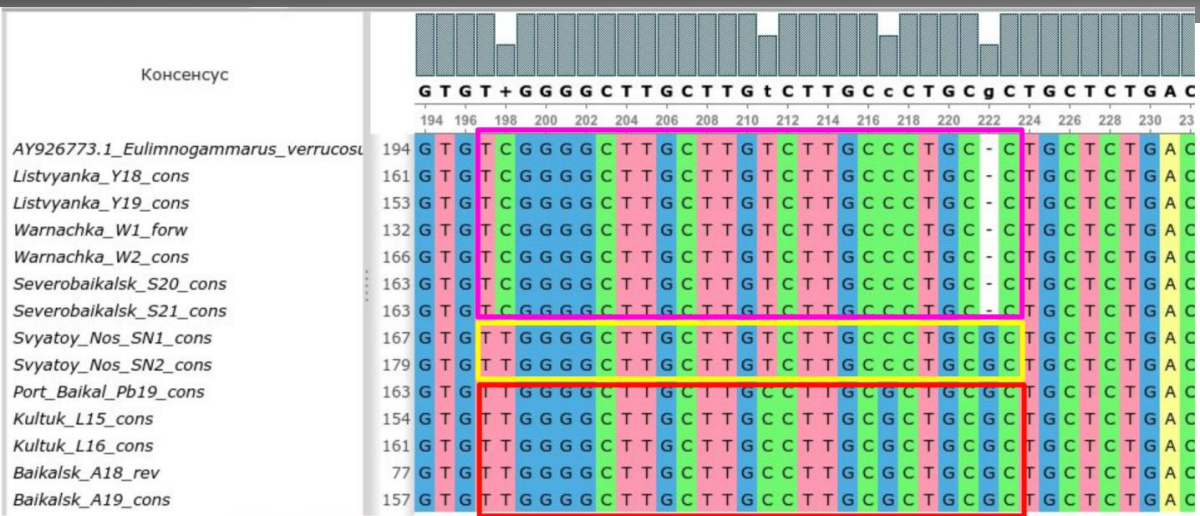
Лестница террас на  
Большом Ушканьем острове

# Популяция как единица эволюции – на примерах из озера Байкал

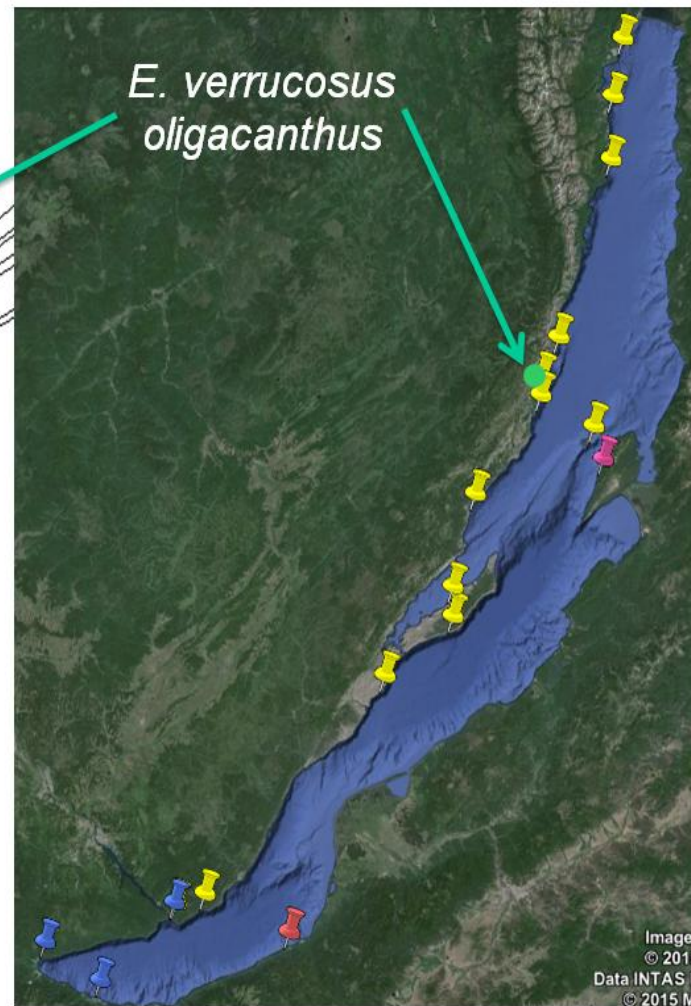
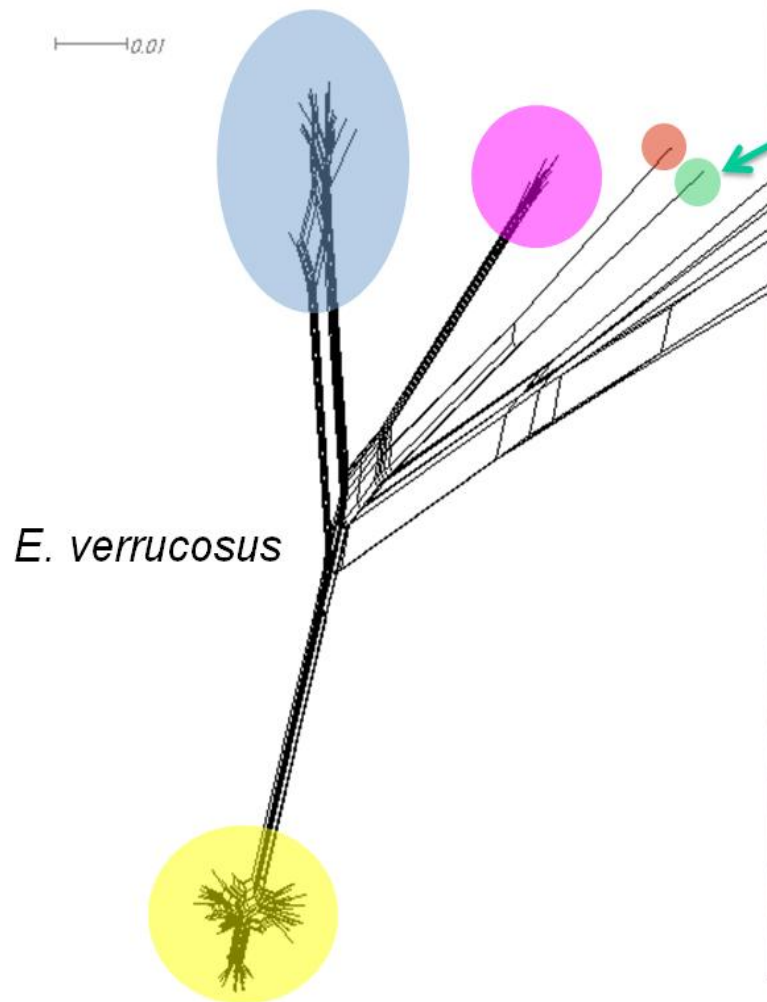


- В прибрежной зоне Байкала у ряда видов возникли **ленточные популяции** – протяжённость их может достигать десятков км, а ширина – всего нескольких метров или десятков метров.

# Пространственная генетическая дифференциация *Eulimnogammarus verrucosus*



Обнаруженные замены в анализируемом фрагменте гена 18S РНК у *Eulimnogammarus verrucosus* из разных районов Байкала.



Филогенетическая сеть *Eulimnogammarus verrucosus*,  
 расположение её элементов по точкам отлова в Байкале,  
 и положение сорового подвида *E. verrucosus oligacanthus*.

# Факторы изоляции («зоны непропуска»)



Спуск в озеро ледников (плейстоцен)



Обрывистый (сбросовый) склон



Прорыв Ангарского истока (60–5 тыс. л. назад)



Прерывание каменистого пляжа



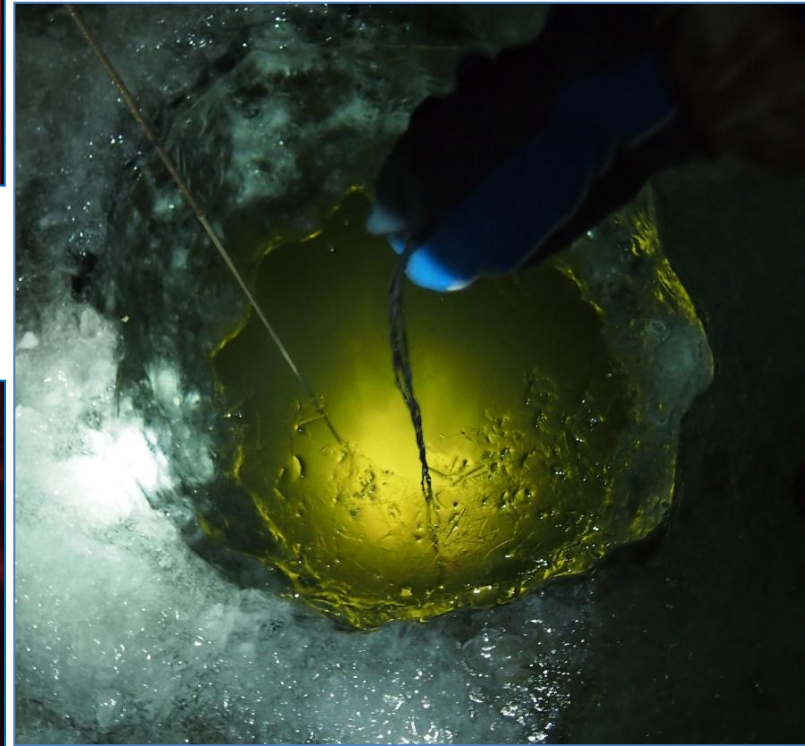
2013-10-18 21:47:50



Миграционный комплекс с преобладанием макрогектопуса ↑ и бентосных амфипод ↓



# Суточные вертикальные миграции



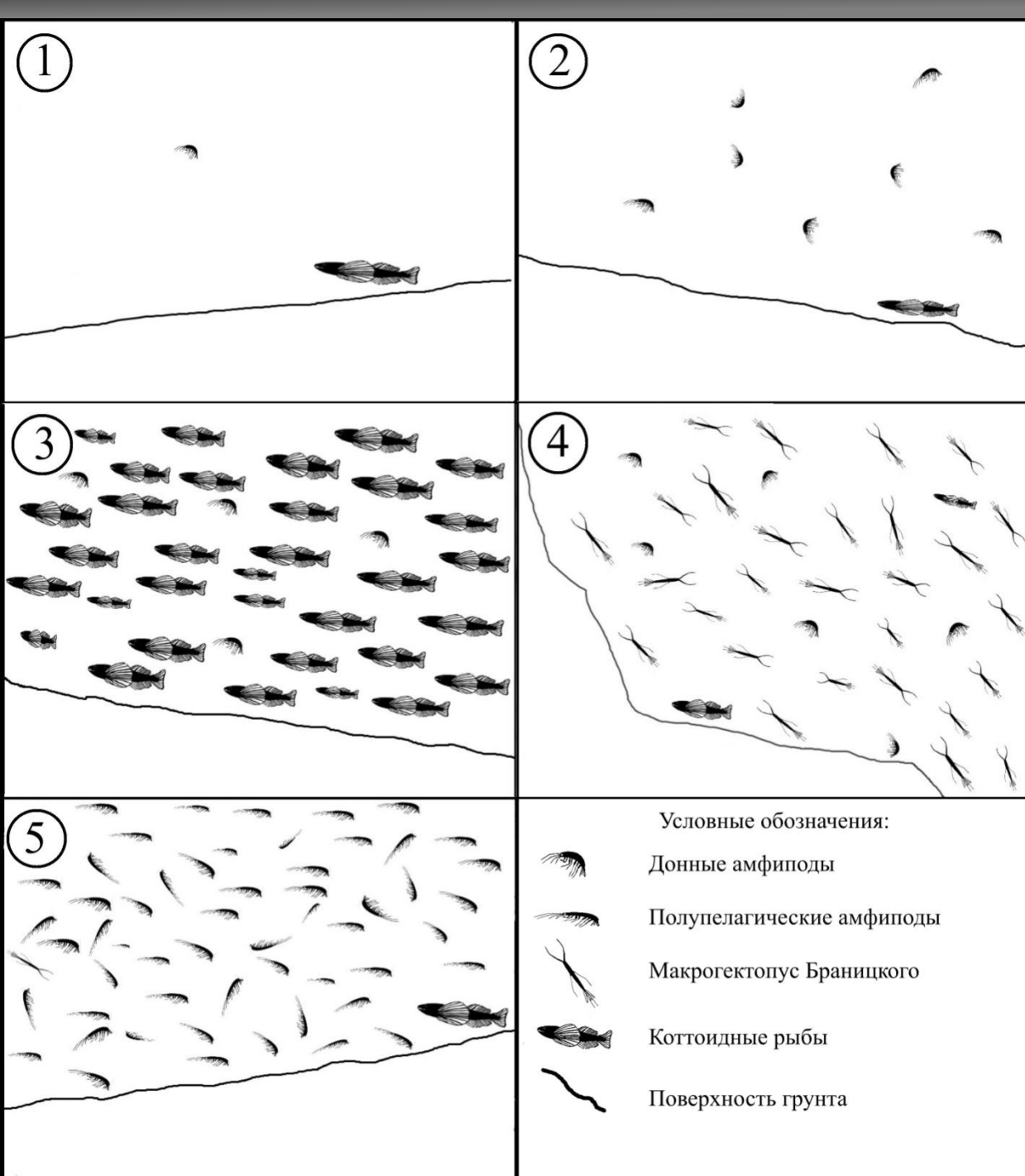
Подводная видеосистема  
подо льдом Байкала

# ← Пять основных типов ночного миграционного комплекса

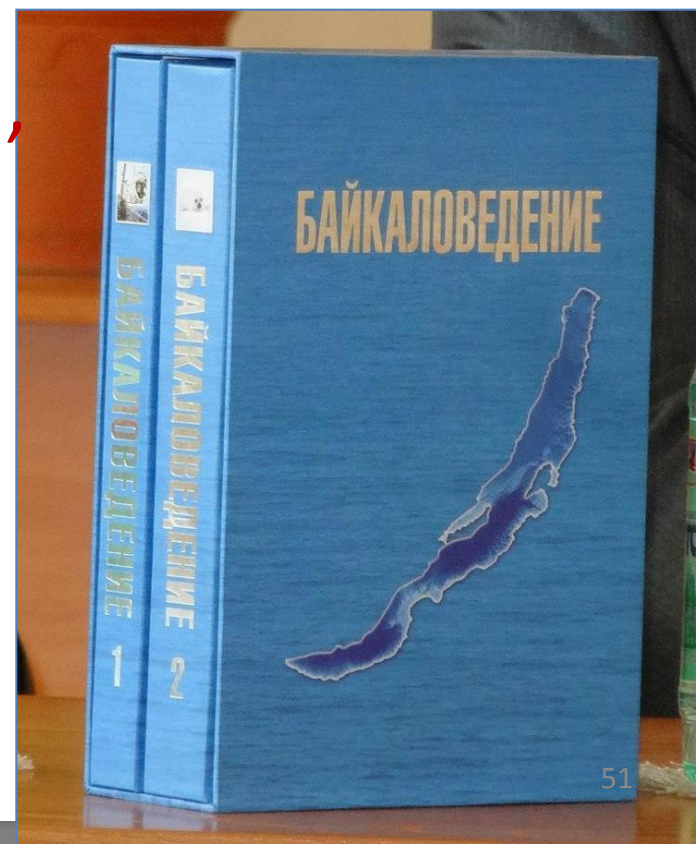
Более подробно об явлении суточных вертикальных миграций:

Научно-популярный фильм «Ночная тайна Байкала» (автор – аспирант ИГУ Д.Ю. Карнаухов):

<https://www.youtube.com/watch?v=ASlW8kG8aF0>



Использованы фотографии и рисунки:  
С.И. Дидоренко, О.Е. Каменской, А.С. Мишарина,  
Е.С. и Г.И. Курлович, Д.С. Бедулиной,  
В.В. Павличенко, Д.Ю. Карнаухова,  
В.А. Фиалкова, В.С. Маслюкова,  
П.П. Шерстянкина, В.Д. Маца,  
Д.В. Кузнецовой, Л.А. Оболкиной,  
О.А. Тимошкина, В.В. Тахтеева.  
Иллюстрации из книги  
«Байкаловедение»  
(Новосибирск: Наука, 2012).



ОБЪЕДИНЕННАЯ  
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА



# Благодарим за внимание!

Контакты для связи:  
+7 (914) 934 62 59  
Amphipoda@yandex.ru



[drofa.ru](http://drofa.ru) | [vgf.ru](http://vgf.ru)



[drofapublishing](https://www.youtube.com/drofapublishing)



[drofa.ventana](https://vk.com/drofa.ventana)



[drofa.ventana](https://www.facebook.com/drofa.ventana)



[drofa.ventana](https://ok.ru/drofa.ventana)