



ФИТОПЛАНКТОН ОХОТСКОГО МОРЯ & КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН

Орлова Т.Ю.

trolova06@mail.ru

ПОСТУЛАТ

ἀξίωμα (исходное положение какой-либо теории, принимаемое в рамках данной теории истинным без требования доказательства)

Изменение климата вызвано накоплением антропогенного углекислого газа (CO₂) и других парниковых газов в атмосфере. Скорость накопления зависит от того, сколько CO₂ выбрасывает человечество и сколько этого избыточного CO₂ поглощается растениями и почвой или переносится в океанские глубины планктоном (микроскопическими растениями и животными).

Ученые считают, что океаны в настоящее время поглощают 30-50% CO₂, образующихся при сжигании ископаемого топлива.

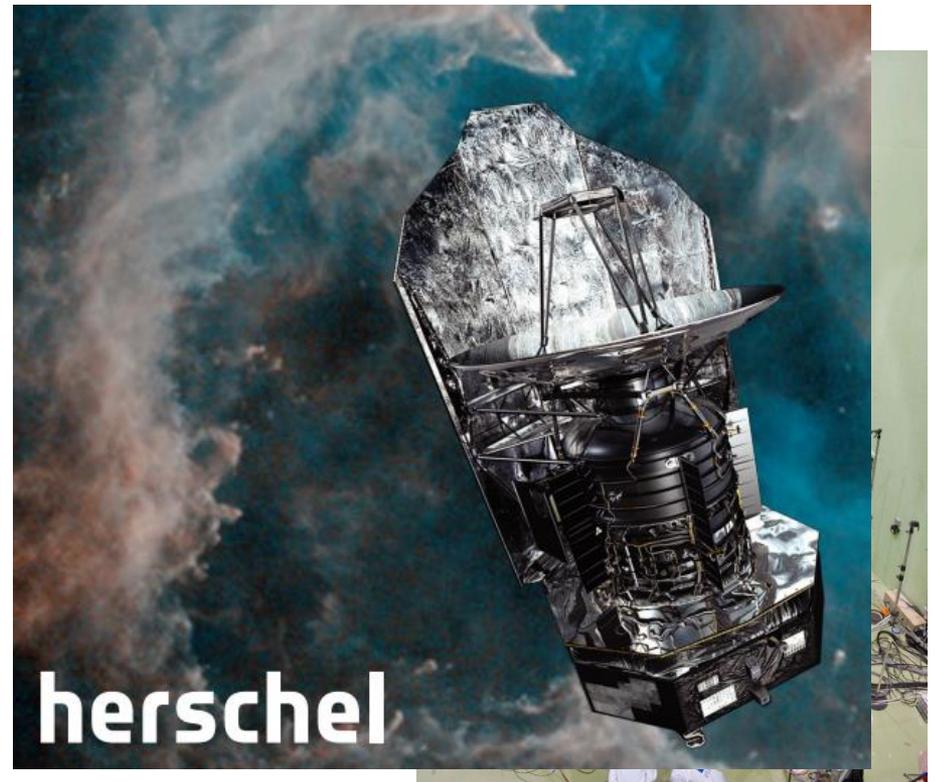
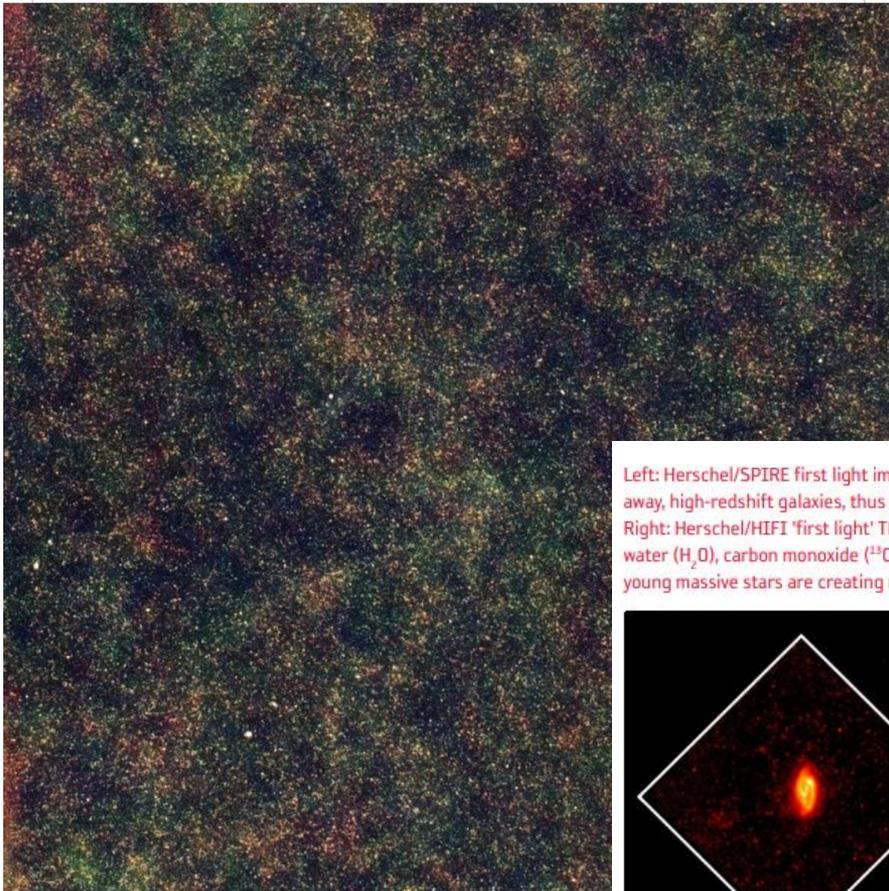
Движущей силой является крошечный **ФИТОПЛАНКТОН**, который производит **органический углерод** посредством **фотосинтеза**.

Этот снимок был сделан орбитальным инфракрасным телескопом «Гершель».
Каждая точка на нем — это целая галактика.

(с)

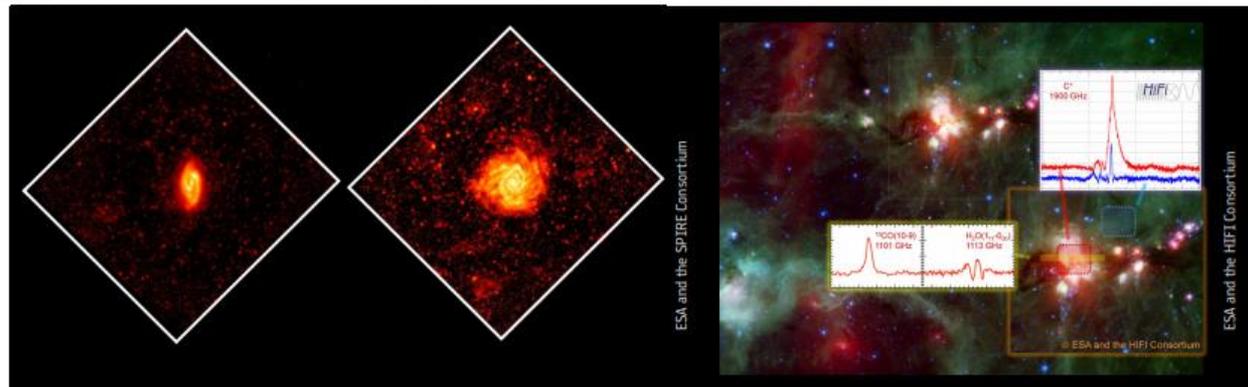
Ну теперь вы представляете кто мы в масштабах вселенной?

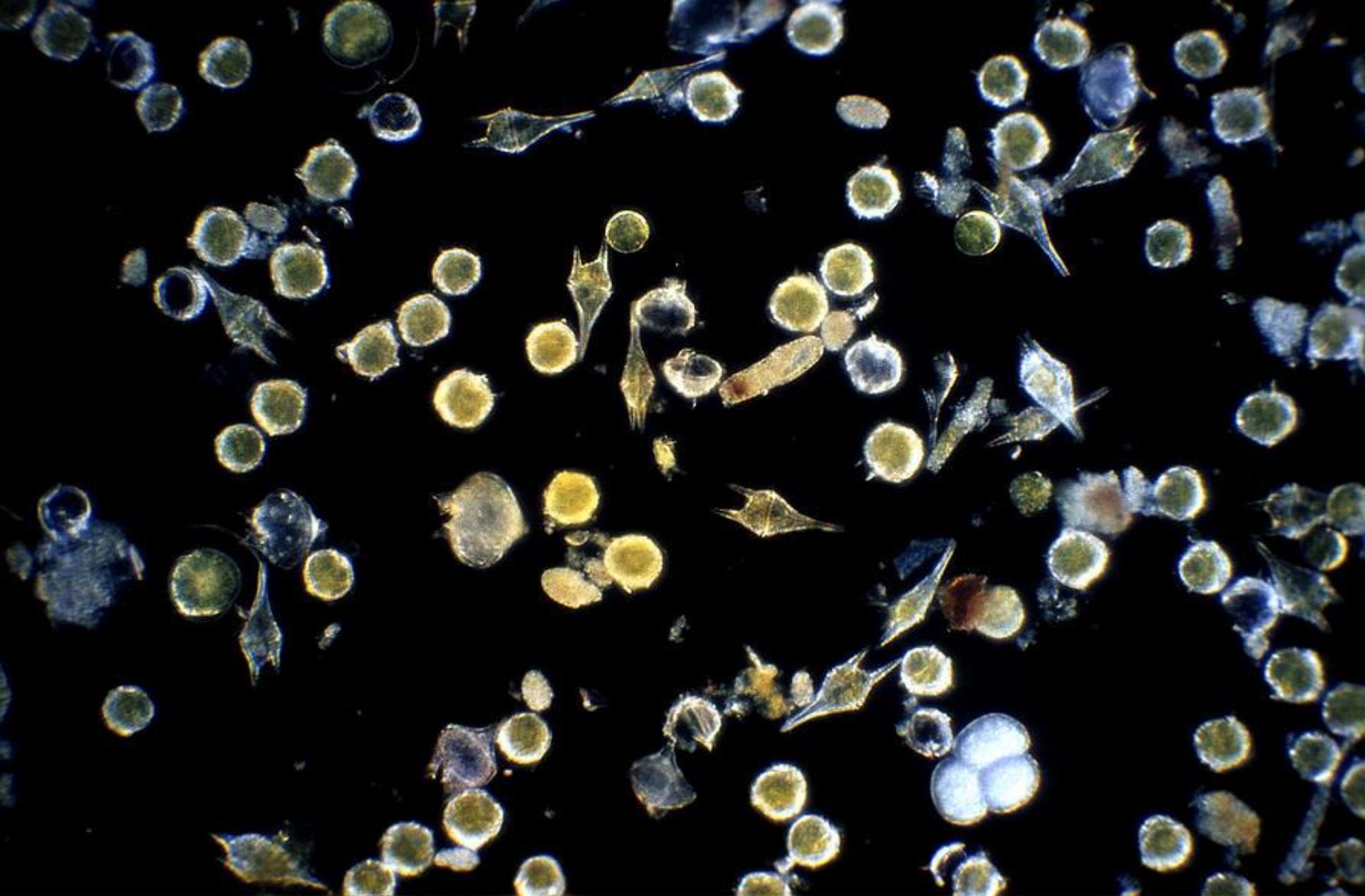
Даже не пыль!



Left: Herschel/SPIRE first light images of the nearby galaxies M66 (left) and M74 (right). The 'noise' around the nearby galaxies is actually emission from far-away, high-redshift galaxies, thus SPIRE captured both the near and the far universe in its very first observations.

Right: Herschel/HIFI 'first light' THz spectroscopy of the DR21 massive starforming region. The background Spitzer/IRAC image displays the location of the water (H_2O), carbon monoxide (^{13}CO), and ionised atomic carbon (C^+) spectra. The spectra provide detailed diagnostics about the interstellar medium where young massive stars are creating massive outflows, wreaking havoc on their stellar nursery.





1 миллиметр



Karenia brevis is the Florida Red Tide organism capable of causing massive fish and marine mammal mortalities, the contamination of shellfish, and respiratory distress in animals and humans.



Scanning electron micrograph of *Karenia brevis* cells. Micrograph courtesy of Anthony Greco.

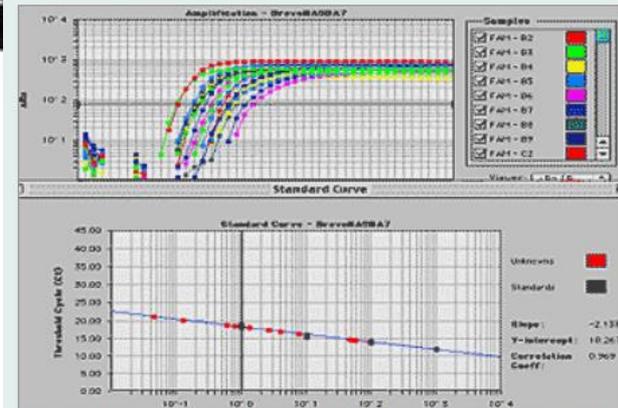
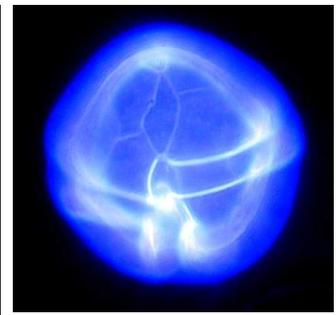
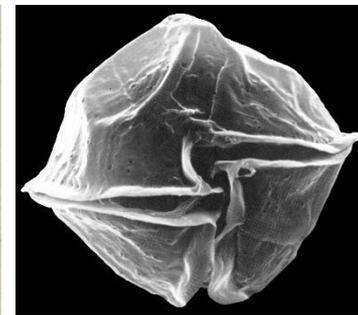
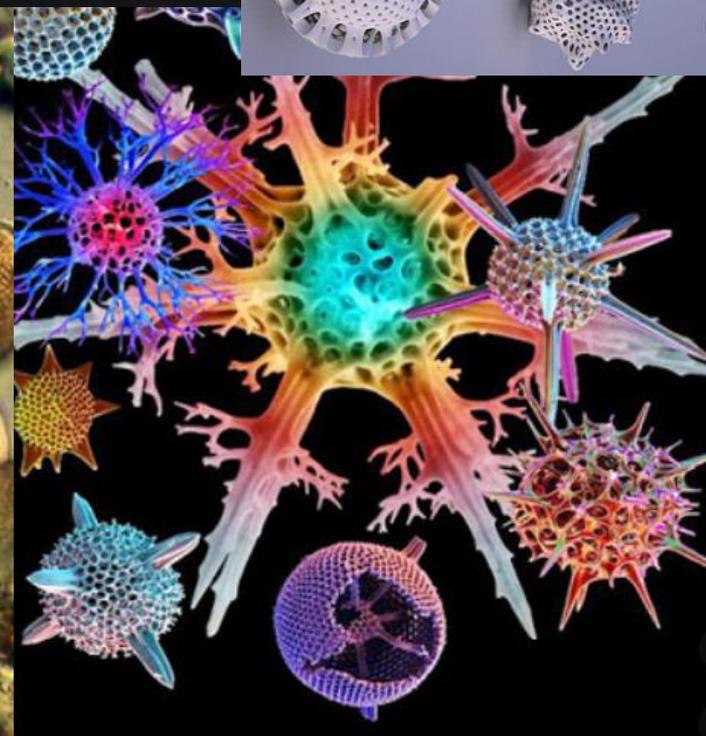
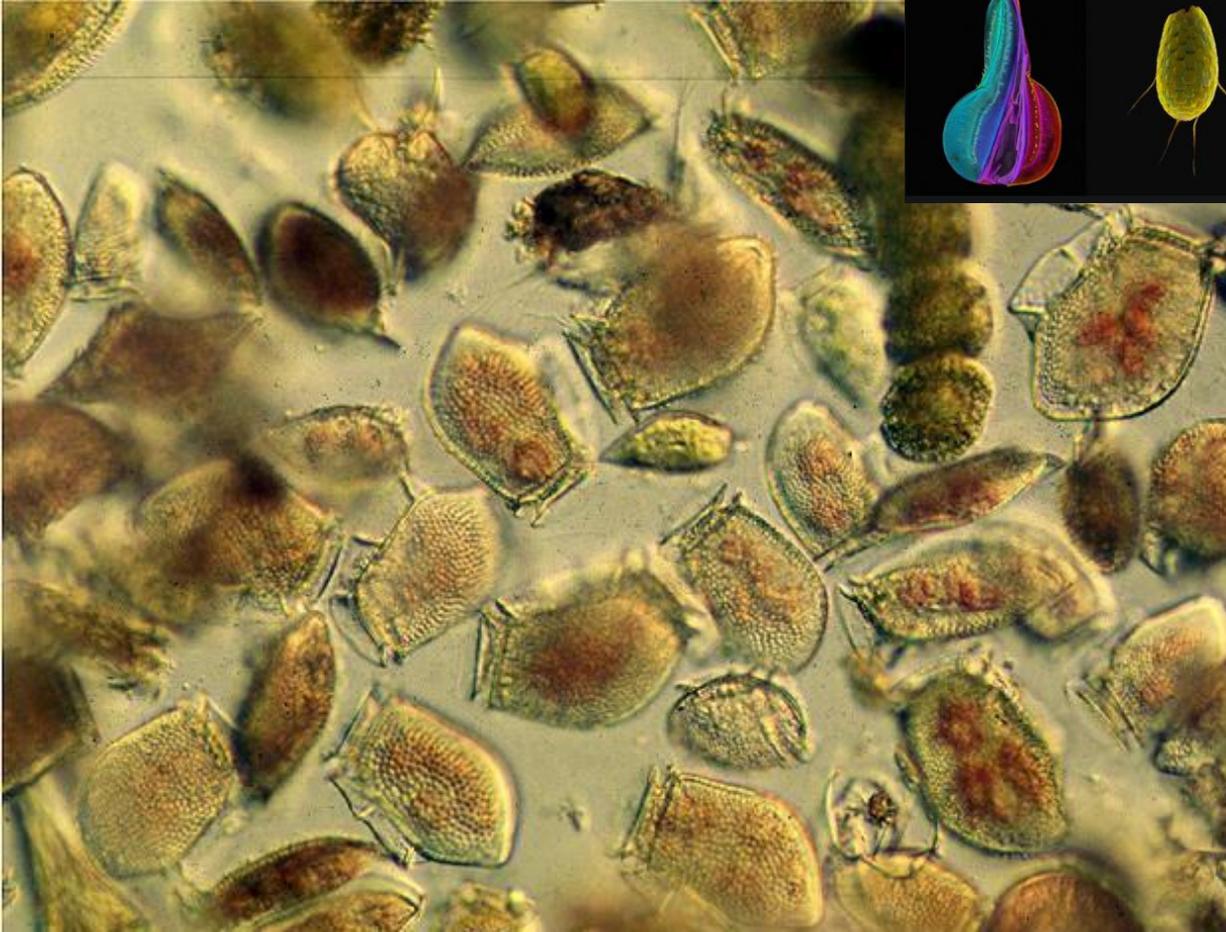
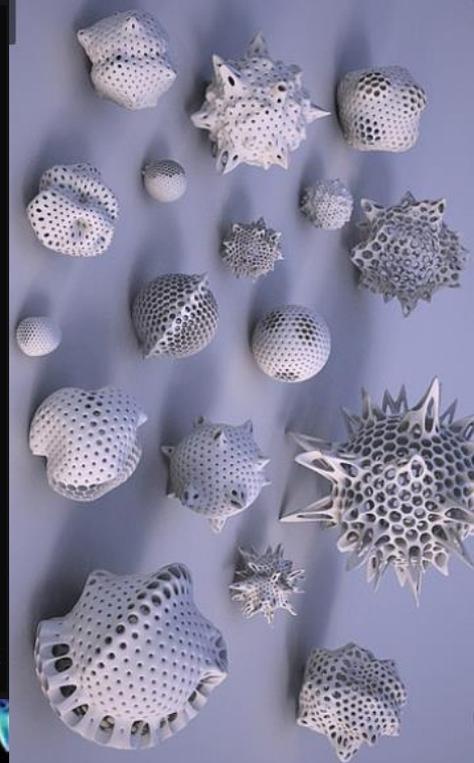
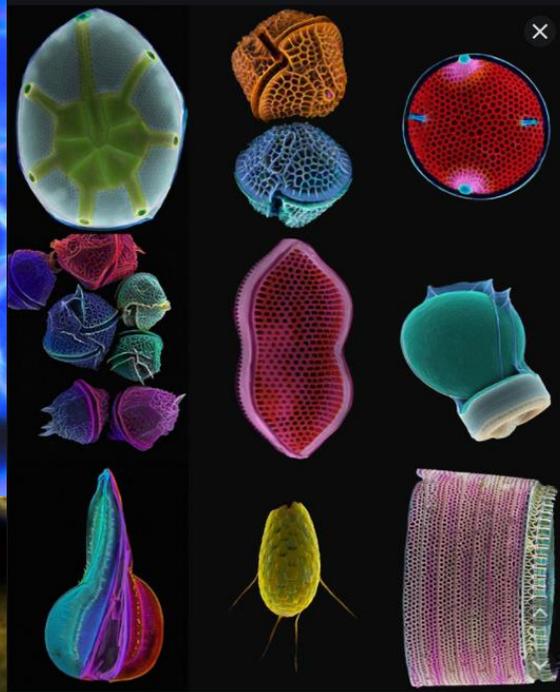
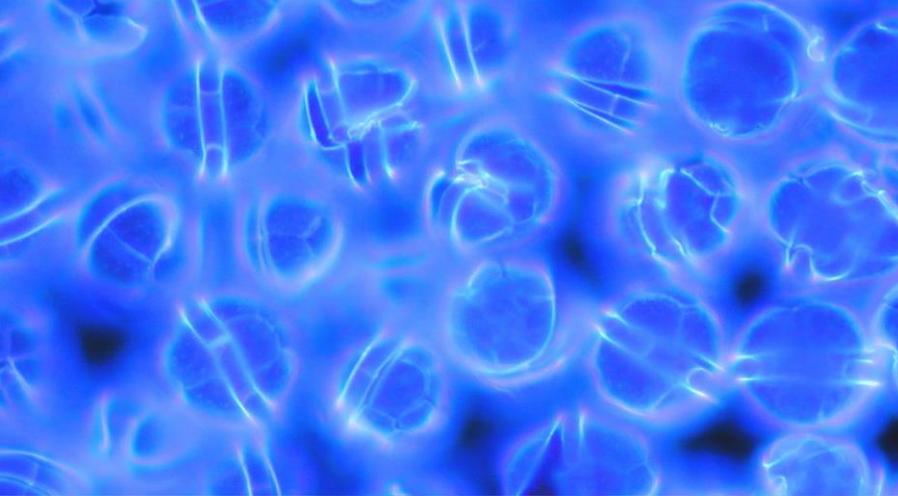
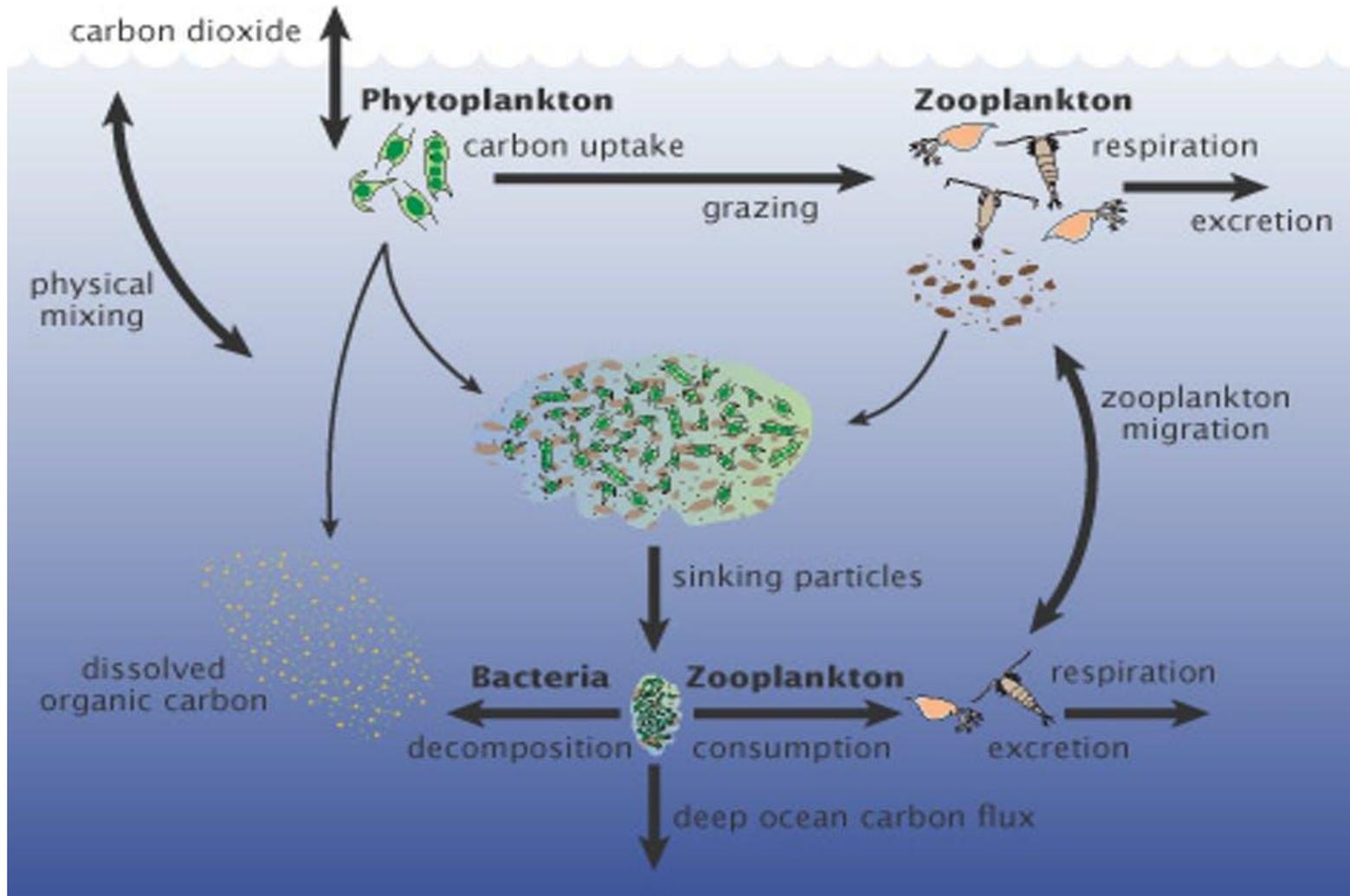


Figure 1. Real Time NASBA amplification of *K. brevis* cells. A range of concentrations of *K. brevis* cells were filtered, the RNA extracted, and amplified using primers specific for the *K. brevis* *rbcl* gene. Top panel is fluorescence as a function of time, bottom panel is standard curve generated from the data. Amplification occurred in an ABI 7700 Sequence Detection System.







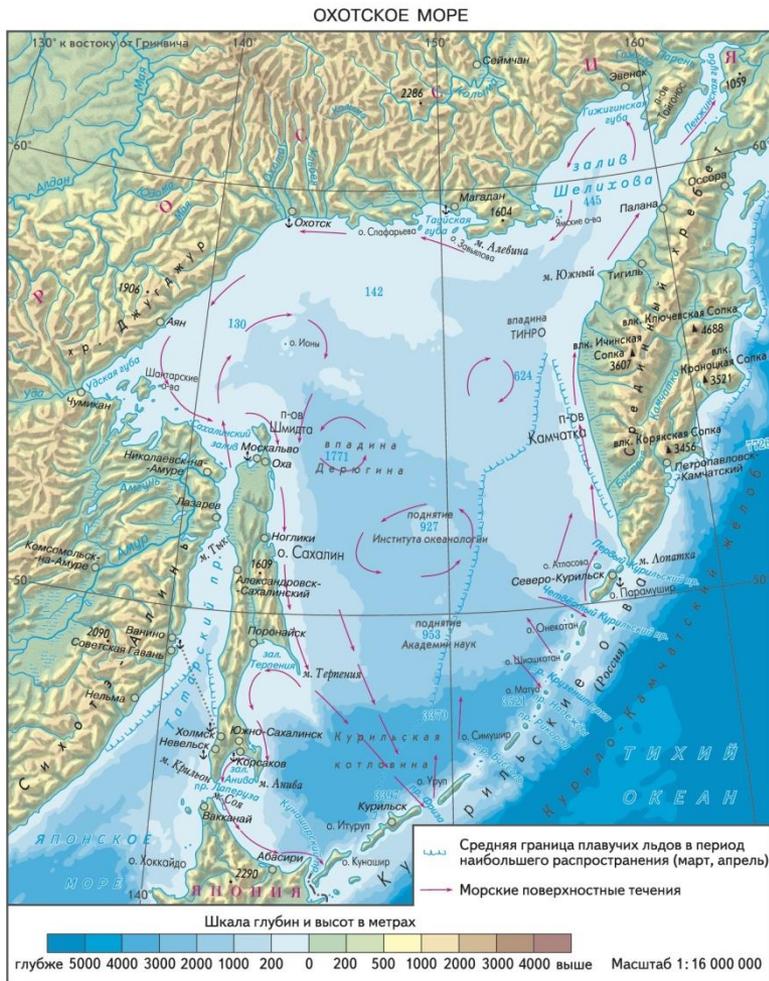
Фитопланктон в океане потребляет углекислый газ при фотосинтезе. При потреблении и разложении, часть углерода, произведенная фитопланктоном, попадает в океанские глубины с помощью процесса, называемого **биологическим насосом**.

Когда планктон умирает или потребляется, набор процессов, известных как **биологический углеродный насос**, переносит тонущие частицы углерода с поверхности в глубокий океан в процессе, известном как морской снегопад. Натуралист и писатель *Рэйчел Карсон* назвала его «самым потрясающим снегопадом на Земле».

Биологический углеродный насос ежегодно переносит около **10 гигатонн** углерода из атмосферы в глубины океана. Даже небольшие изменения в росте фитопланктона могут повлиять на концентрации углекислого газа в атмосфере, которые будут отсылаться к глобальным температурам поверхности.

Часть этого углерода потребляется морской жизнью, а часть химически расщепляется. Большая его часть переносится в глубокие воды, где она может оставаться в течение сотен и тысяч лет. Если бы глубокие океаны не хранили так много углерода, Земля была бы еще теплее, чем сегодня.

ЧТО МЫ ЗНАЕМ О ФИТОПЛАНКТОНЕ ОХОТСКОГО МОРЯ?



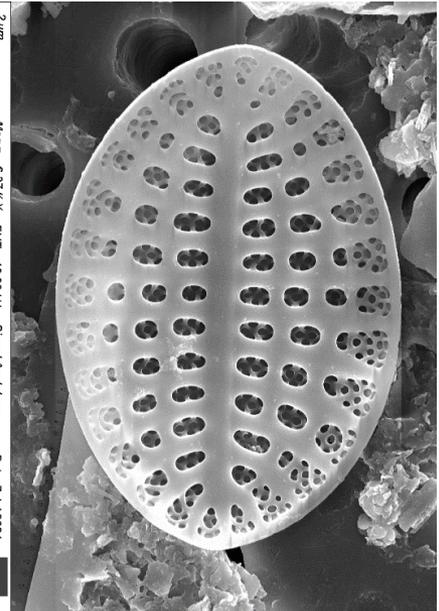
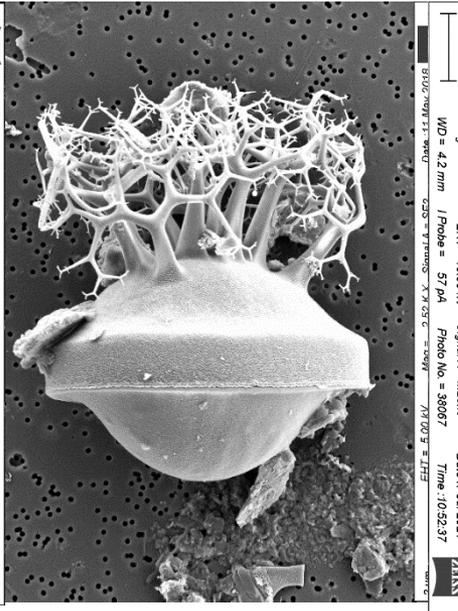
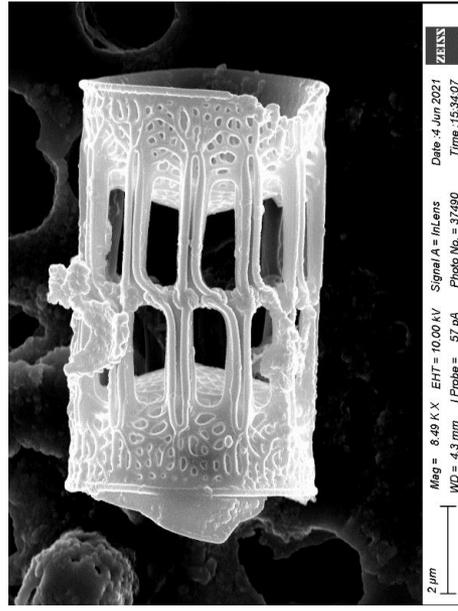
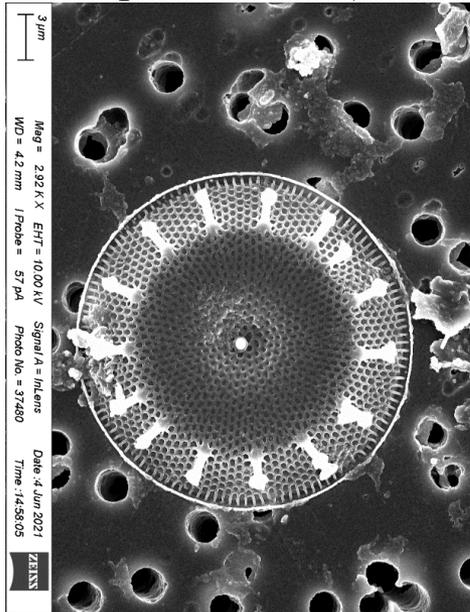
Сахалинский шельф – один из наиболее высокопродуктивных районов Мирового океана, где первичная продукция близка к ее верхнему пределу, установленному для фитопланктона открытого моря (Sorokin&Sorokin, 2002).

Доля сезонов в первичном продуцировании : весна - 35%, лето – 45%, осень -18%, зима – 2 % (Шунтов, 2001).
Первичная продукция (450 гС/м² год в пересчете на все море - 720 ·10⁶ тС/год .

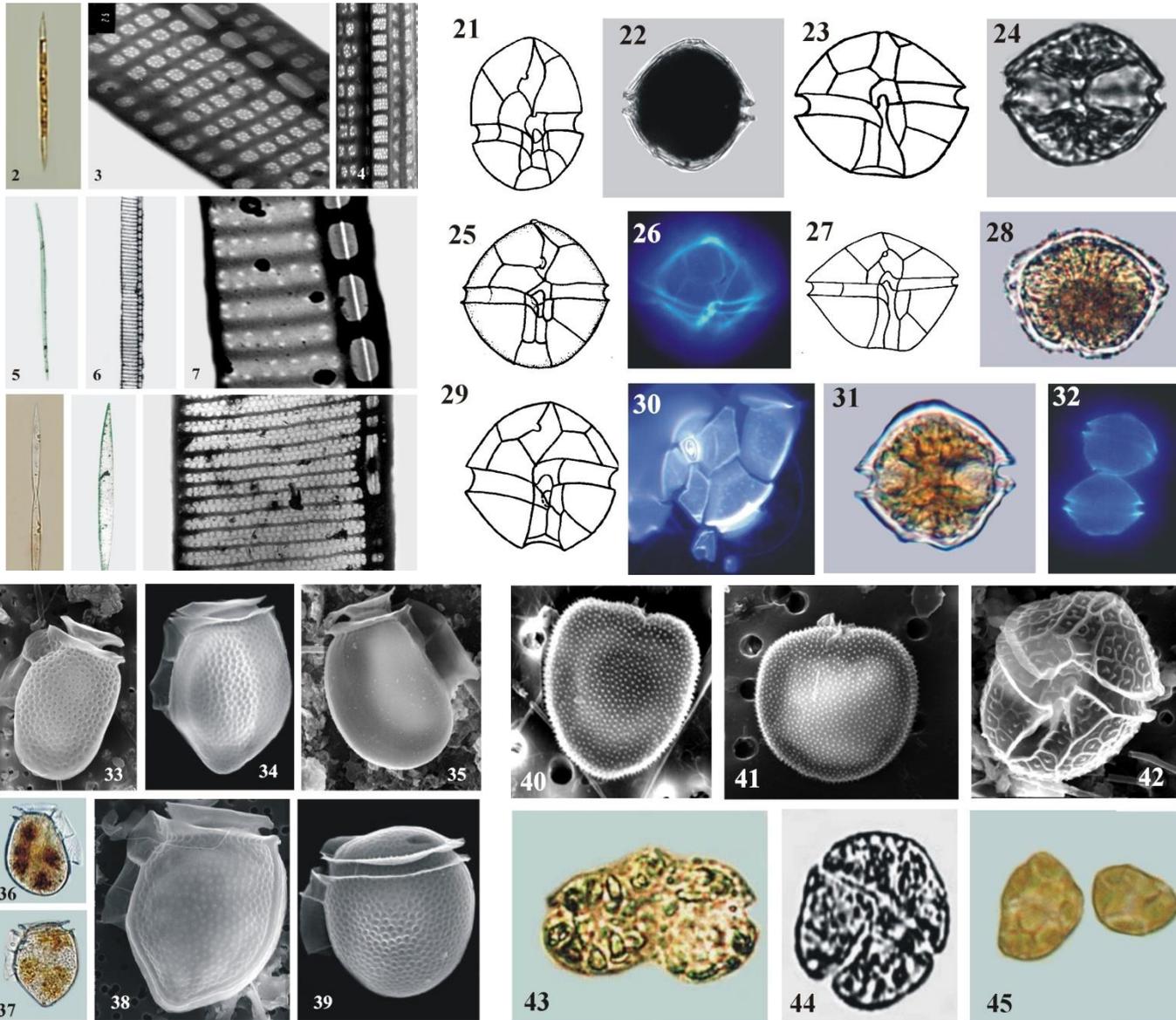
325 видов микроводорослей,
21 вид – известны как продуценты фикотоксинов и вызывающих красные приливы.
61 тип покоящихся стадий фитопланктона, включая цисты 16 продуцентов (амнезиотоксинов, диарейных токсинов, нейрорепаралитических, пектено- и ессо-токсинов.

Криосообщества микроводорослей

Таяние морского льда влияет на цветение криосообществ микроводорослей, обычно наблюдаемых на нижней поверхности Охотоморского льда, особенно весной (Леонов и др., 2007). Концентрация хлорофилла а (Chl a) в ледяном покрове Охотского моря варьировала от 0,2 до 3,5 мг / м² и была на порядок выше, чем в подледной морской воде (Granskog et al., 2015). McMinn et al. (2008) сообщили о чрезвычайно высокой концентрации Chl a $1,6 \times 10^3$ мг Chl на м³ в паковых льдах около Сирэтоко со средней толщиной около 70 см. Granskog et al. (2015) также обнаружили значительный избыток белковоподобных соединений во льду Охотского моря по сравнению с подледной морской водой, что свидетельствует об активном биологическом производстве во льдах. Годовая первичная продукция в Охотском море в значительной степени обусловлена весенним цветением диатомовых водорослей после таяния морского льда (Ohwada, 1956; Zhang et al., 2006).

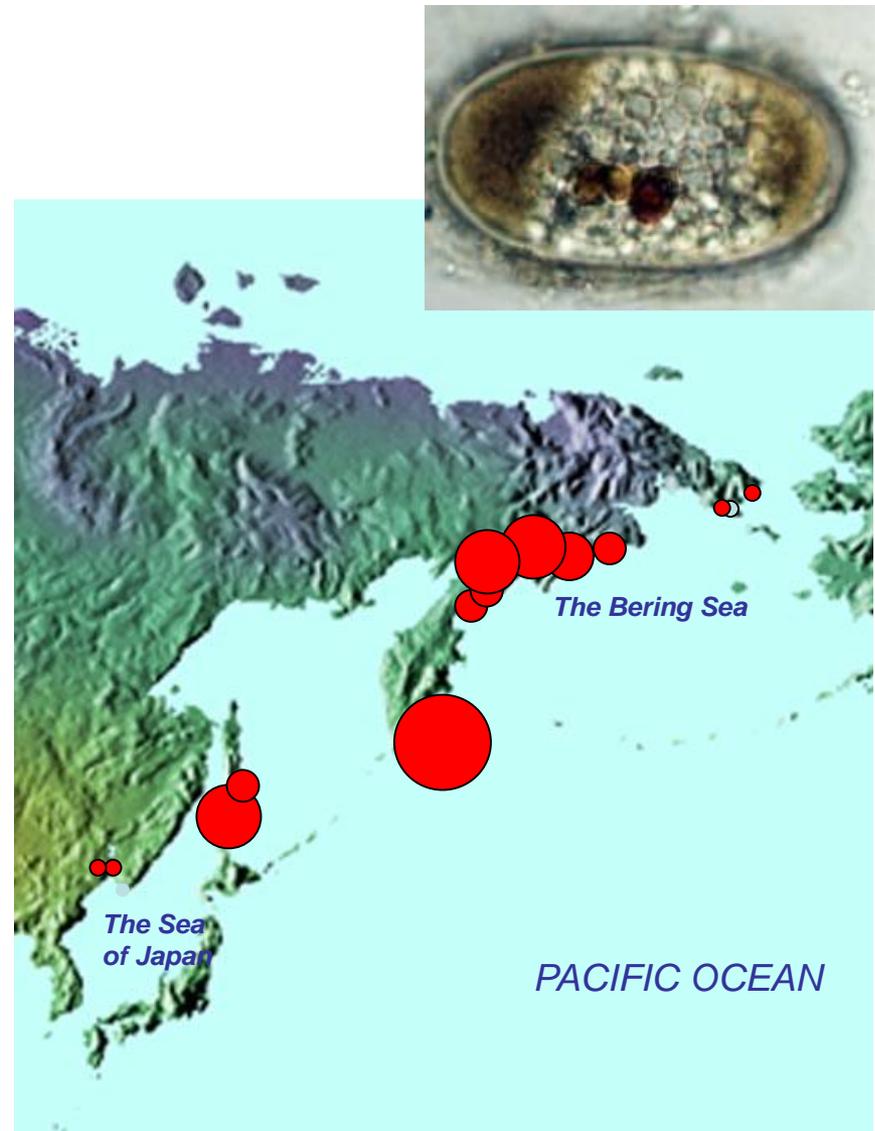
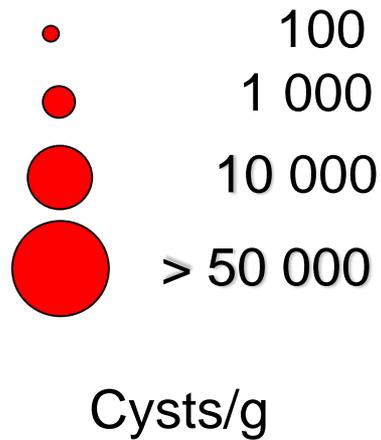


Токсичные микроводоросли



Elongated *Alexandrium* cysts on the Russian east coast

Orlova T.Yu., Morozova T.V., Gribble K.E., Kulis D.M., Anderson D.M. Dinoflagellate cysts in recent marine sediments from the east coast of Russia // **Bot. Marina.** 2004. Vol. 47, № 3. P. 184-201.

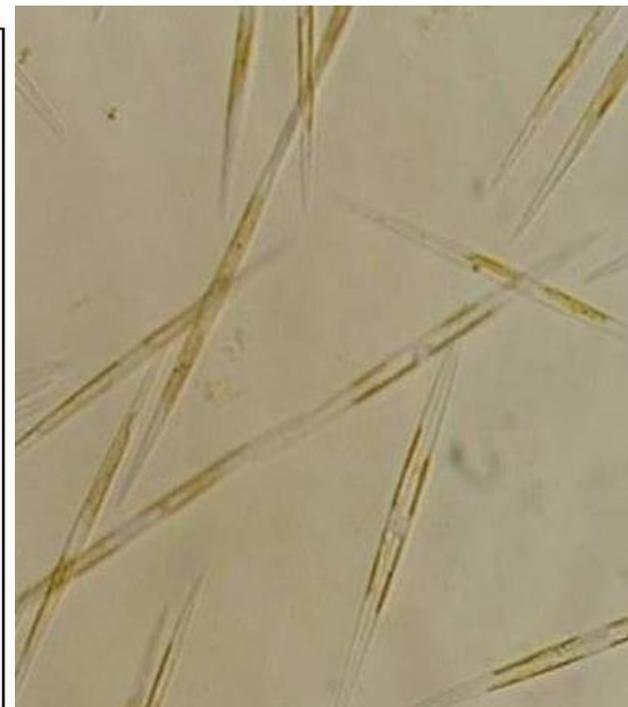
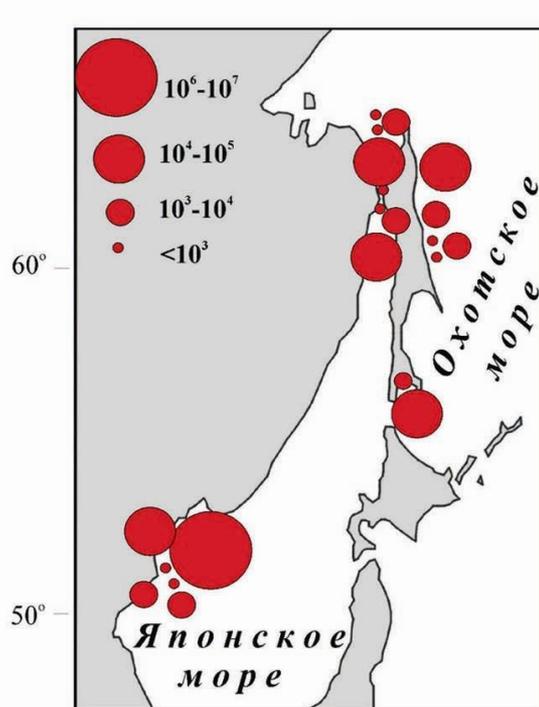
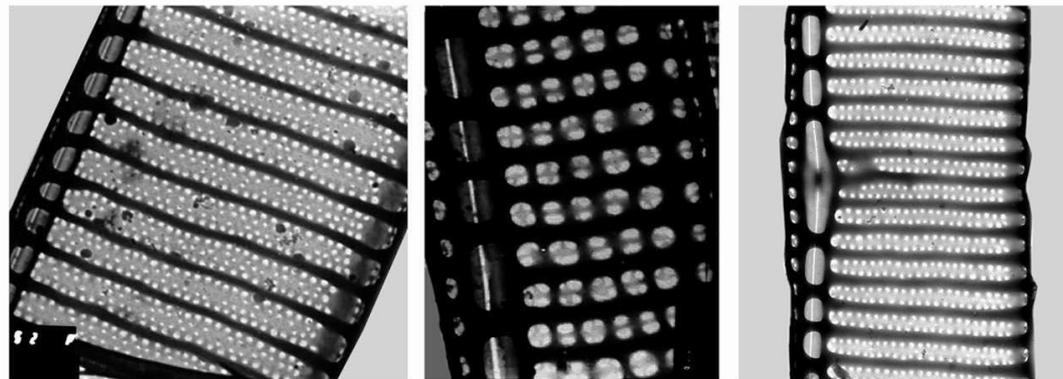


Обобщены сведения о видовом разнообразии и распространении диатомовых водорослей рода *Pseudo-nitzschia* в западной части Тихого океана

Идентифицированы 11 видов *Pseudo-nitzschia*. Из них вид *P. seriata* впервые найден в Тихом океане. Вид *P. cf. saciantha* впервые найден в западной Пацифике. Вид *P. cf. heimii* впервые отмечен в Охотском море.

Установлено, что разнообразие *Pseudo-nitzschia* в Японском и Охотском морях превышает известные показатели не только для морей России, но и для Северной Пацифики в целом.

Составлены карты распределения токсичных видов и выявлены зоны повышенной опасности отравления паралитическим и амнезическим ядами в дальневосточных морях РФ.



Orlova T.Yu., Stonik I.V., Aizdaicher N.A., Bates S.S., Leger C., Fehling J. Toxicity, morphology and distribution of *Pseudo-nitzschia calliantha*, *P. multistriata* and *P. multiseries* (Bacillariophyta) from the northwestern Sea of Japan. *Botanica Marina*. 2008. Vol. 51. P. 297-306.

Stonik I.V., Orlova T.Yu., Lundholm N. Diversity of *Pseudo-nitzschia* from the Western North Pacific. *Diatom Research*. 2011. Vol. 26, № 1. P. 121-134.

ПРОБЛЕМЫ:

1. Сложность измерения уровня активности планктона в океане.

Скорость, с которой планктон потребляет углекислый газ и превращает его в углеводы для производства тканей и энергии, сильно варьирует. Это затрудняет отбор проб и оценку их годового потребления CO₂. Огромное пространство и удаленность также затрудняет отбор проб. Спутниковые снимки хлорофилла дают только общее представление о количестве присутствующего фитопланктона, и океанографы надеются, что будущие спутниковые измерения еще больше прояснят картину.

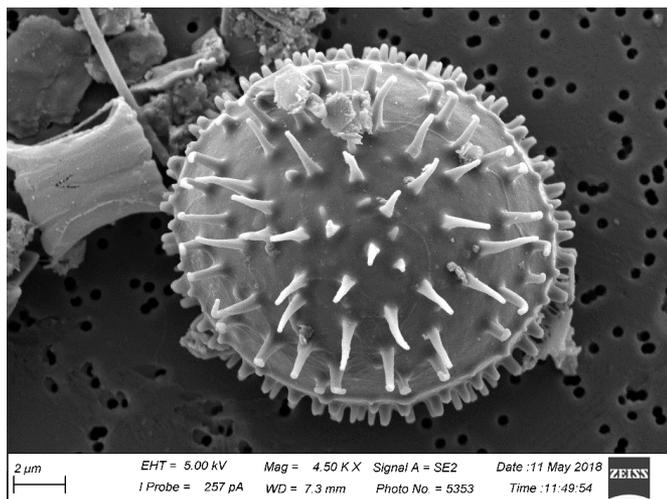
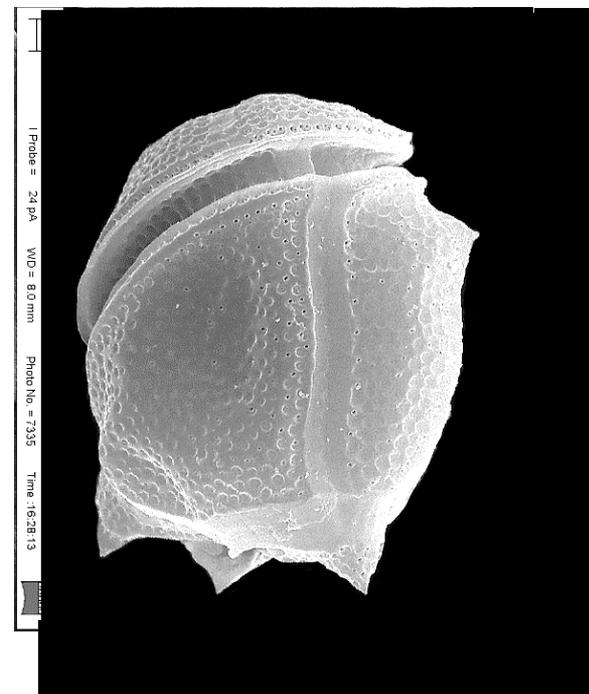
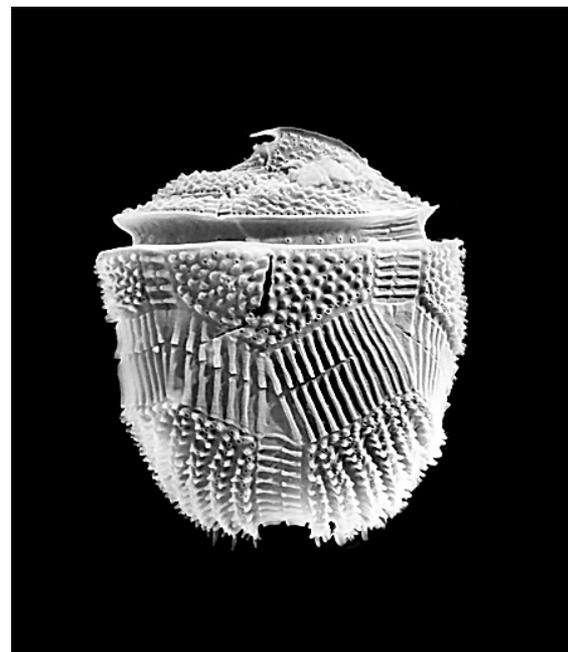
*«Если вы посмотрите на те же данные по-новому, вы получите совершенно другой взгляд на роль океана в переработке углерода, и, следовательно, его роль в регулировании климата». .
Руководитель исследования [доктор Кен Бюсселер](#), геохимик из Океанографического института Вудс-Хоул, © Ken Buesseler / Woods Hole Oceanographic Institution*

Исследователи измерили глубину освещенной солнцем поверхности океана (эйфотической зоны,) используя метод флуоресценции хлорофилла. Объединив свои выводы с данными предыдущих исследований, авторы смогли оценить скорость, с которой частицы углерода опускаются. Они обнаружили, что в океан в год погружается примерно в два раза больше углерода, чем предполагалось ранее

- **Океан захватывает в два раза больше углекислого газа, чем считалось ранее.**
- Биологический углеродный насос (BCP) способствует повышению роли океана в погощениях и хранении углекислого газа (CO_2) путем удаления газа из атмосферы, превращения его в живую материю и распределения его в более глубокие слои океана. Без BCP концентрация CO_2 в атмосфере было бы намного выше.
- Одноклеточные организмы, называемые фитопланктоном, живут на поверхности океана и используют солнечный свет для производства пищи и энергии, понимая CO_2 и высвобождение кислорода в процессе. Когда фитопланктон умирает, его едят другие морские существа, такие как зоопланктон.
- И как только эти существа умирают, они становятся биологическим мусором, известным как морской снег, который богат углеродом и падает глубже в океан, что является ключевым процессом в BCP. Однако способность фитопланктона поглощать CO_2 зависит от количества солнечного света, способного проникать в верхний слой океана. «Биологический насос» в Мировом океане, который играет ключевую роль в глобальном углеродном цикле, захватывает в два раза больше углерода, чем считалось ранее.

ПРОБЛЕМЫ:

2. Существенная недооценка реального вклада микроводорослей в создание первичной продукции (ледовая флора, подледная флора, эпифитон, микрофитобентос, полежащие стадии и т.д.)
3. Недостаток понимания биологии (физиологии функциональные и биохимические особенности) микроводорослей.

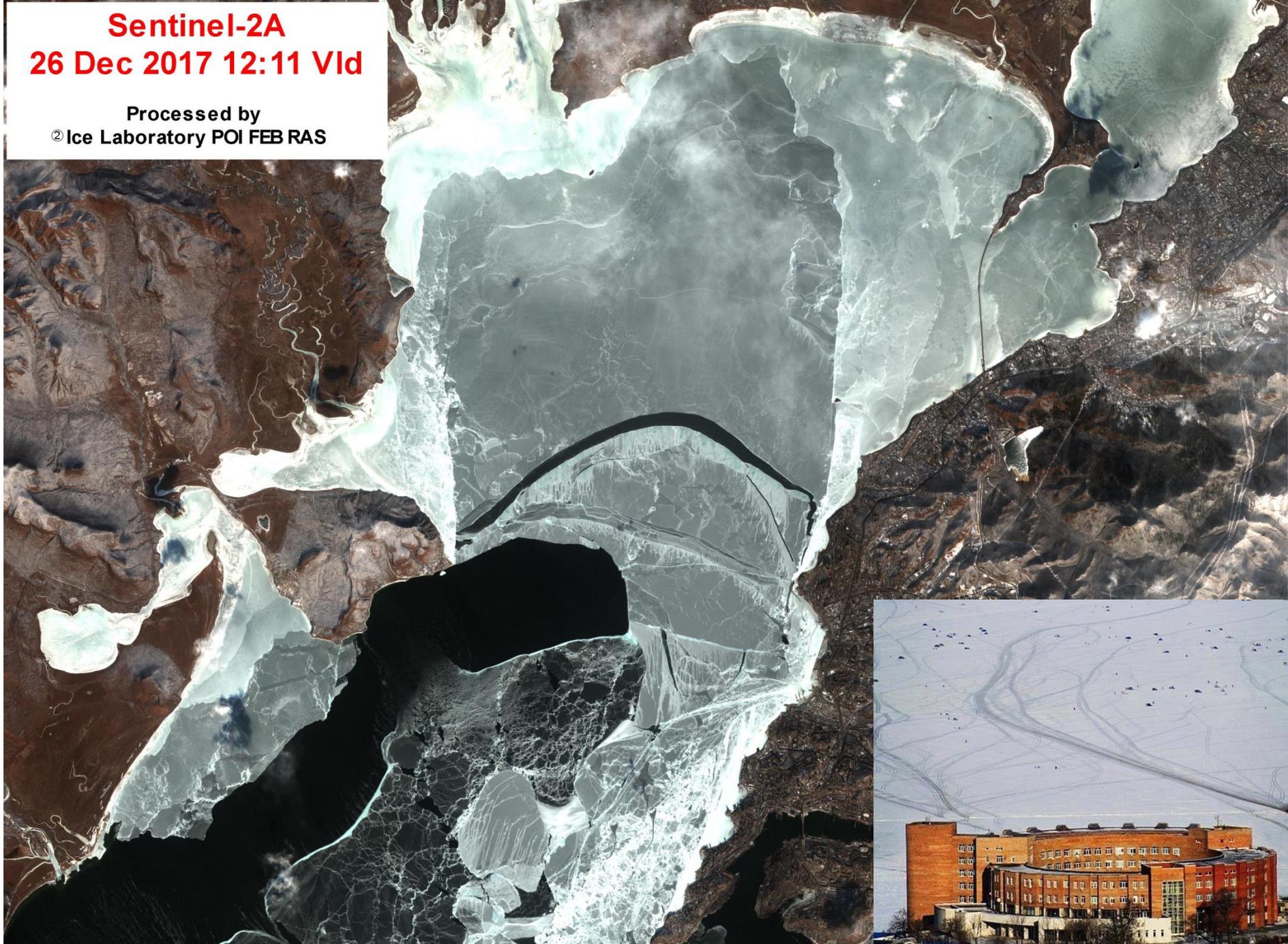


УПРАВЛЕНИЕ ?

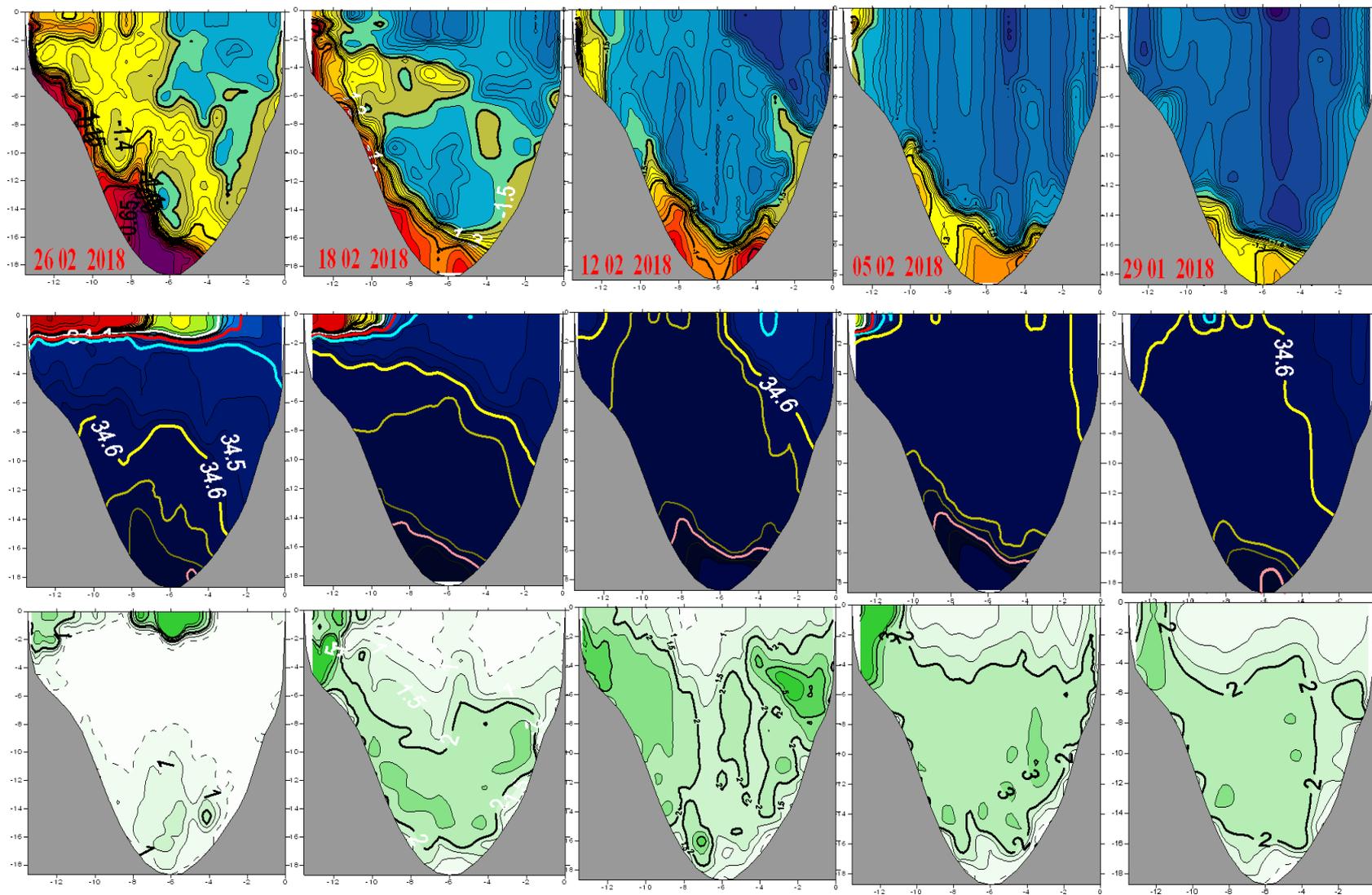
- Большинство ученых скептически относятся к предложениям искусственно увеличить поглощение CO₂ путем «удобрения» ключевых регионов океана.
- Компьютерные модели также показывают, что увеличение планктона может фактически не снизить уровень углекислого газа в атмосфере в течение следующих 100 лет. Но реальная опасность, конечно, заключается в том, что манипулирование биологическими системами, которые не до конца поняты, может иметь негативные последствия так же легко, как и положительные.

Sentinel-2A
26 Dec 2017 12:11 VId

Processed by
© Ice Laboratory POI FEB RAS



Температура, Солёность и хлорофилл - разрез станция ИБМ – г. Приметная)



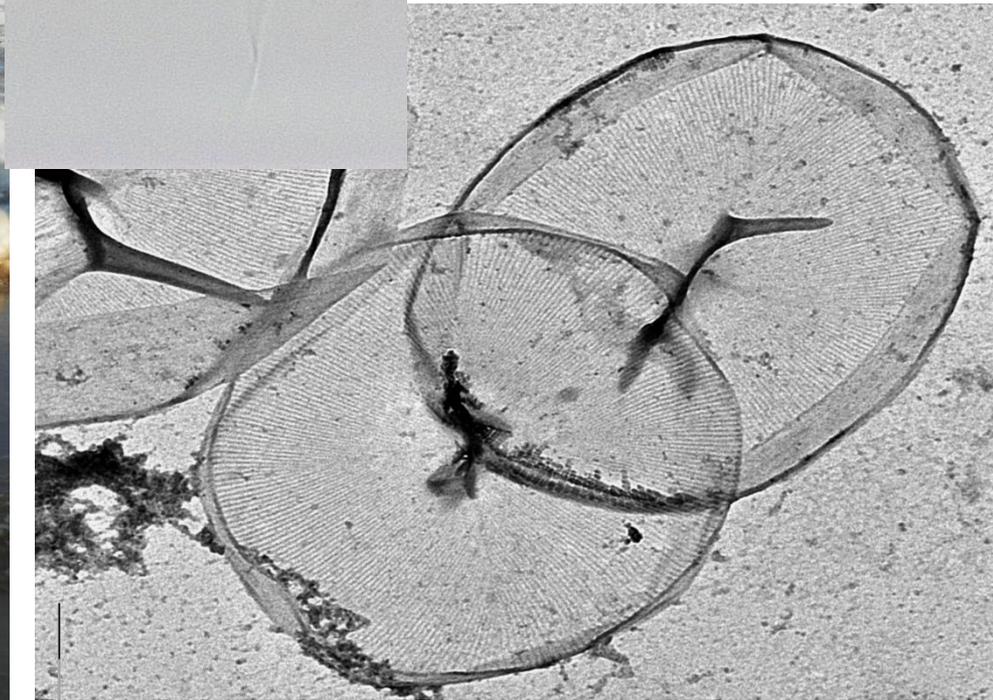
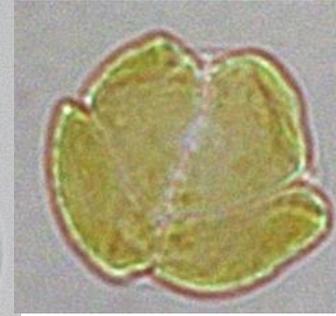
Pseudohaptolina sorokinii – н о в ы й в и д , в ы з ы в а ю щ и й
ц в е т е н и е в о д ы

Phycologia

September 2016

Vol. 55 No. 5

ISSN 0031-8884



Свойства:
гемолитические,
антибактериальные,
аллелопатические,
ихтиотоксины,
цитотоксины,
гепатотоксины,
нейротоксины

sea water $-1,8^{\circ}\text{C}$

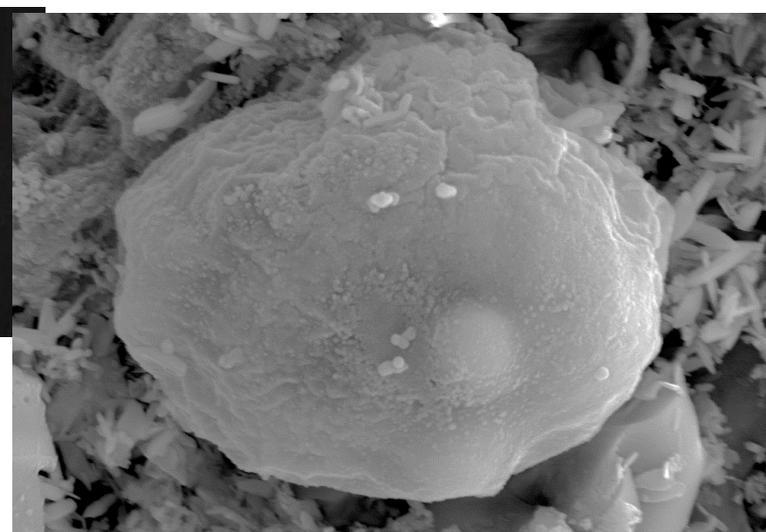
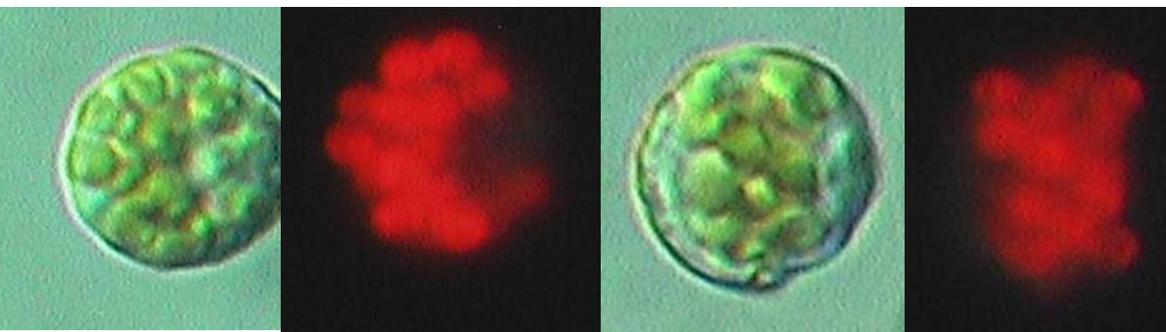
275 million cells/L (Chl a – 20,77 mg/L)

Orlova T., Efimova K., Stonik I. 2016.

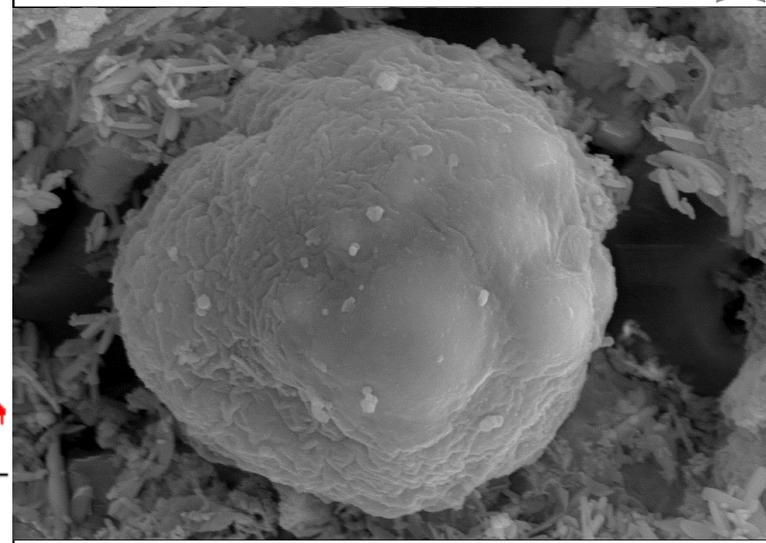
Morphology and molecular phylogeny of *Pseudohaptolina sorokinii* sp. nov. (Prymnesiales, Haptophyta) from the Sea of Japan, Russia.

Phycologia: 2016, Vol. 55, No. 5, pp. 506–514.

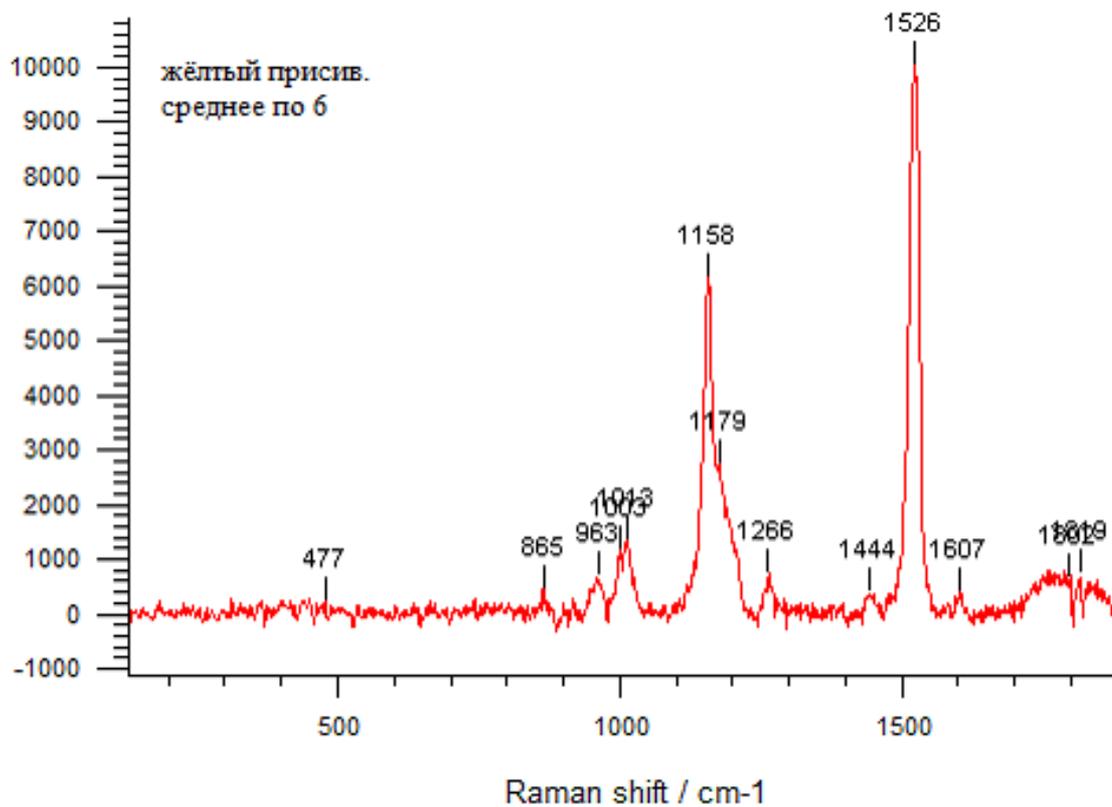
«Желтое цветение» cf. *Pelagomonas* sp., 23 марта 2018 г.



1 µm EHT = 10.00 kV Mag = 10.59 K X Signal A = SE2 Date : 10 Apr 2018
I Probe = 306 pA WD = 7.4 mm Photo No. = 4209 Time : 15:59:44 ZEISS

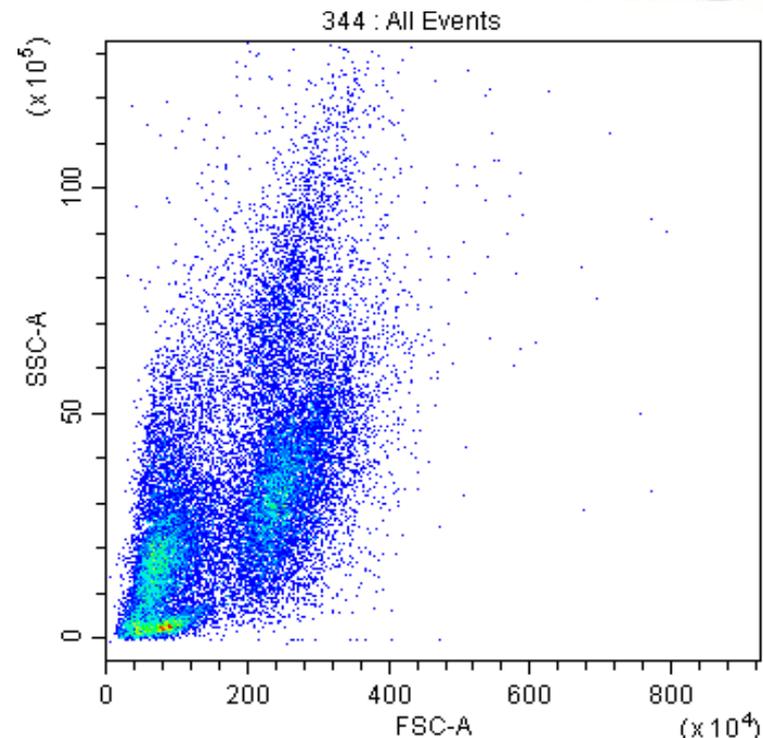
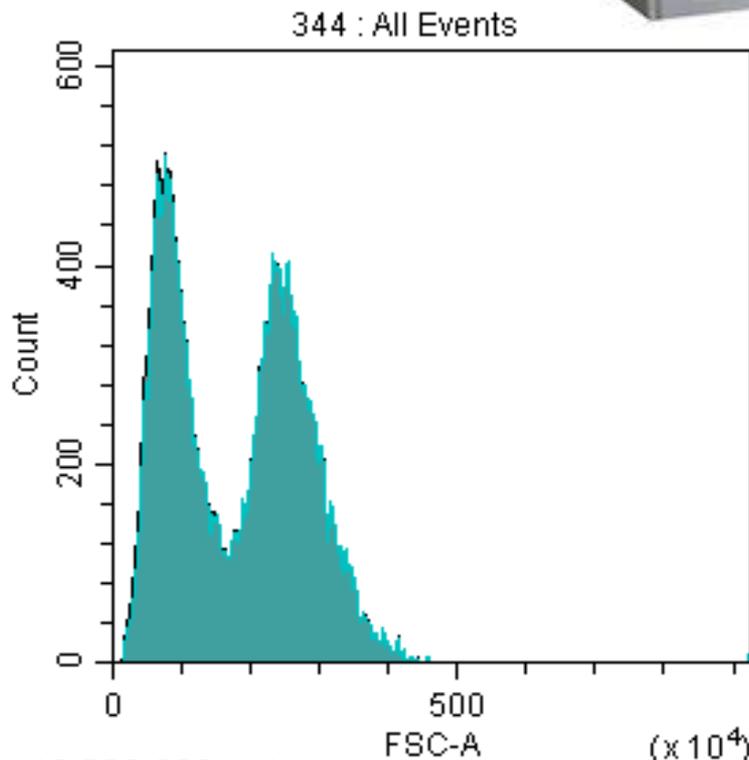


2 µm EHT = 10.00 kV Mag = 8.08 K X Signal A = SE2 Date : 10 Apr 2018
I Probe = 306 pA WD = 7.4 mm Photo No. = 4217 Time : 16:20:25 ZEISS



Carotenes (Lycopene), Xanthophylls(neoxanthin)

Данные по численности
клеток прямого и бокового
светорассеяния 22.03.2018



18 330 000 кл/л – данные проточной цитометрии

18 000 000 кл/л – данные прямого подсчета клеток в **нефиксированной пробе** (камера объемом 1 мл, СМ)

4 846 000 кл/мл – данные подсчет клеток в сконцентрированной (в 10 раз) **фиксированной** пробе (камера объемом 1 мл, СМ) – (методика регулярного мониторинга фитопланктона на станции ИБМ с 1969 по наст время).

Результаты генетического анализа "желтого цветения"

Сиквенсы - по трем генным фрагментам входит в Класс Pelagophyceae (описан в 1993 году).

Порядок [Pelagomonadales](#)

В генбанке 3 рода, в каждом по 1 виду:

Pelagomonas calceolata,

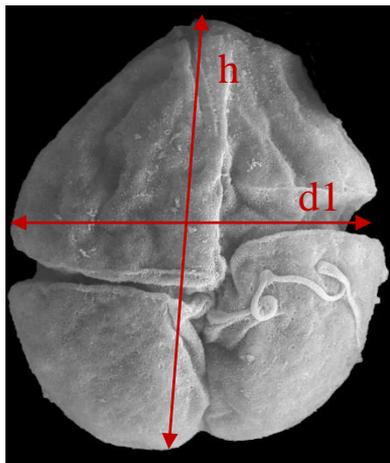
Aureococcus anophagefferens,

Pelagococcus subviridis .

Наш объект кластеризуется с unclassified Pelagophyceae из метагеномных исследований, относящихся к подледным цветениям арктических вод.

В порядке [Pelagomonadales](#) описан еще один род *Chrysophaeum*, вид *Ch.taylorii* вызывает вредоносные цветения, с образованием мукополисахаридных тяжей ярко желтого цвета...., но для этого вида в генбанке нет ничего. Впрочем, если это не вид этого рода (как я уже написала - проверить по генетике мы не можем), то новый род.

«Медвежий красный прилив» Восточная Камчатка, 4 октября 2020 год.

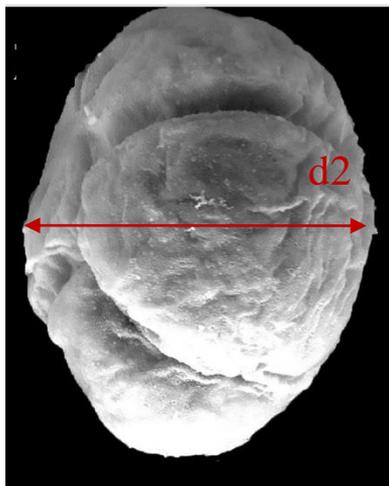


h=34.05 μm
D1 = 30.14 μm
D2= 23.09 μm

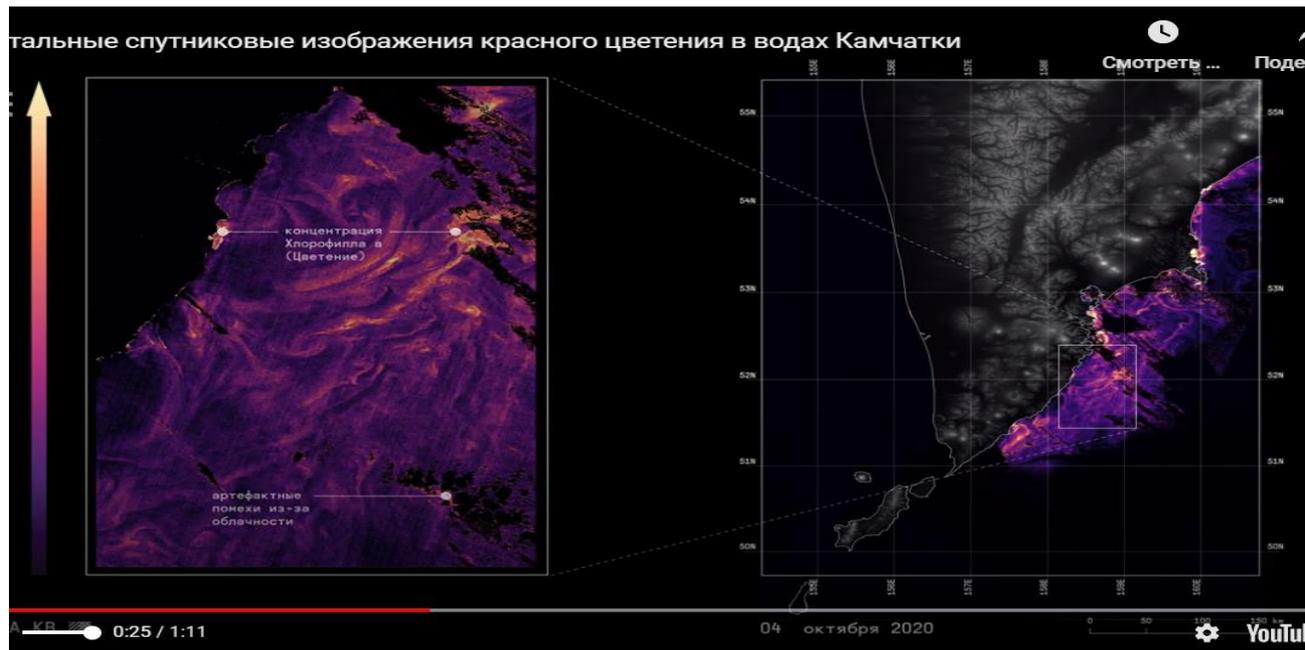
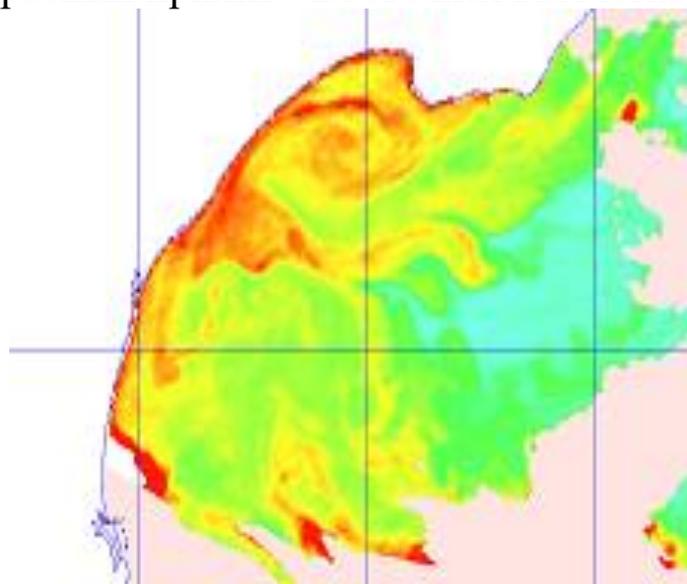
$$V = \pi/6 * d1 * d2 * h$$

$$V = 12\ 404 \mu m^3$$

(n=21 cells)

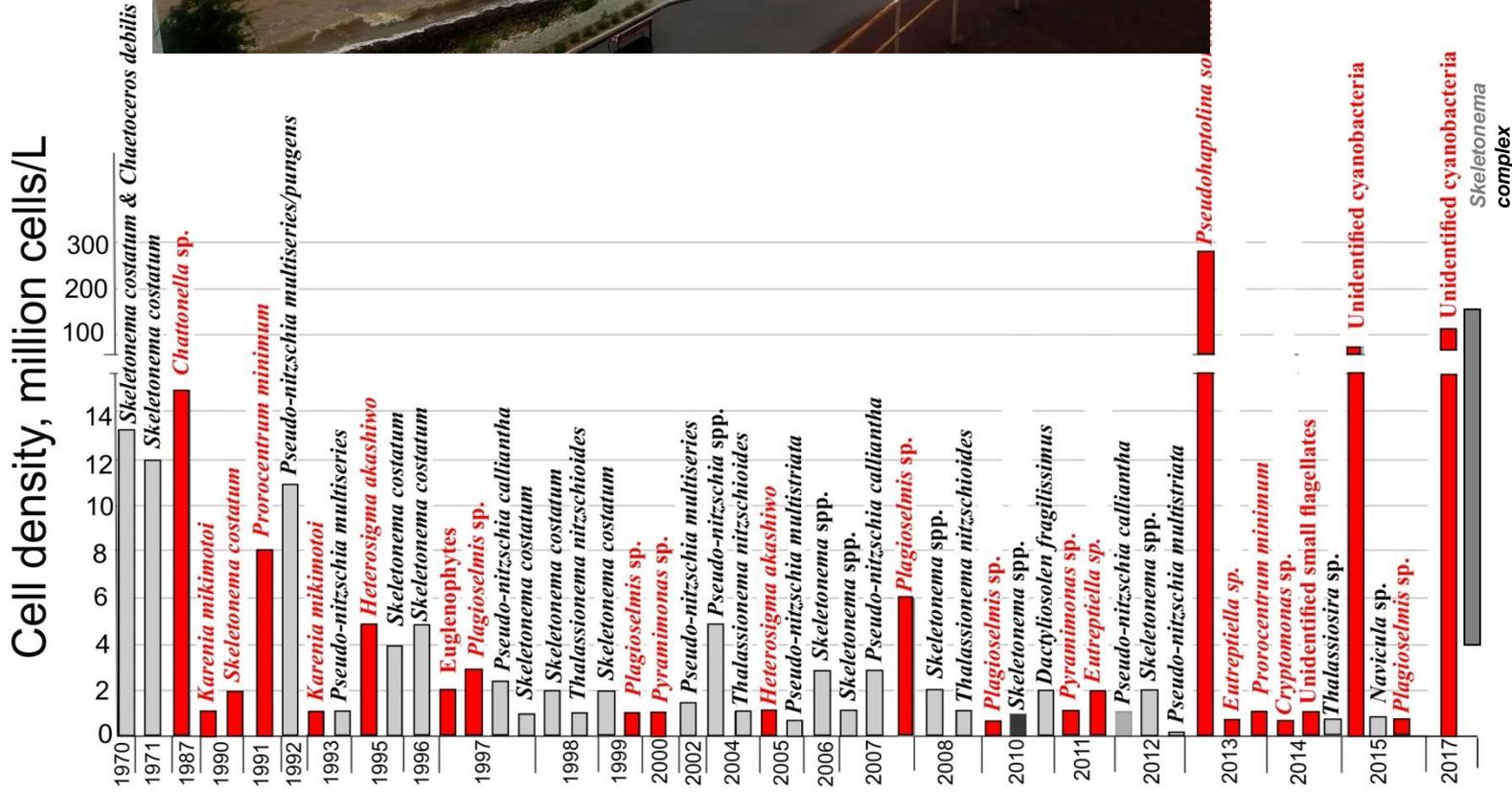
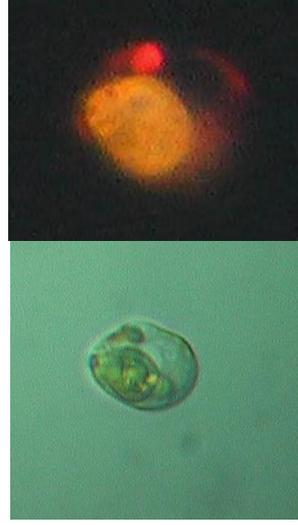


Karenia spp. biomass,
mg/m³



max 7715mg – 7,7 tons/ km²/day

Aureococcus anophagefferens



СПАСИБ
О!

