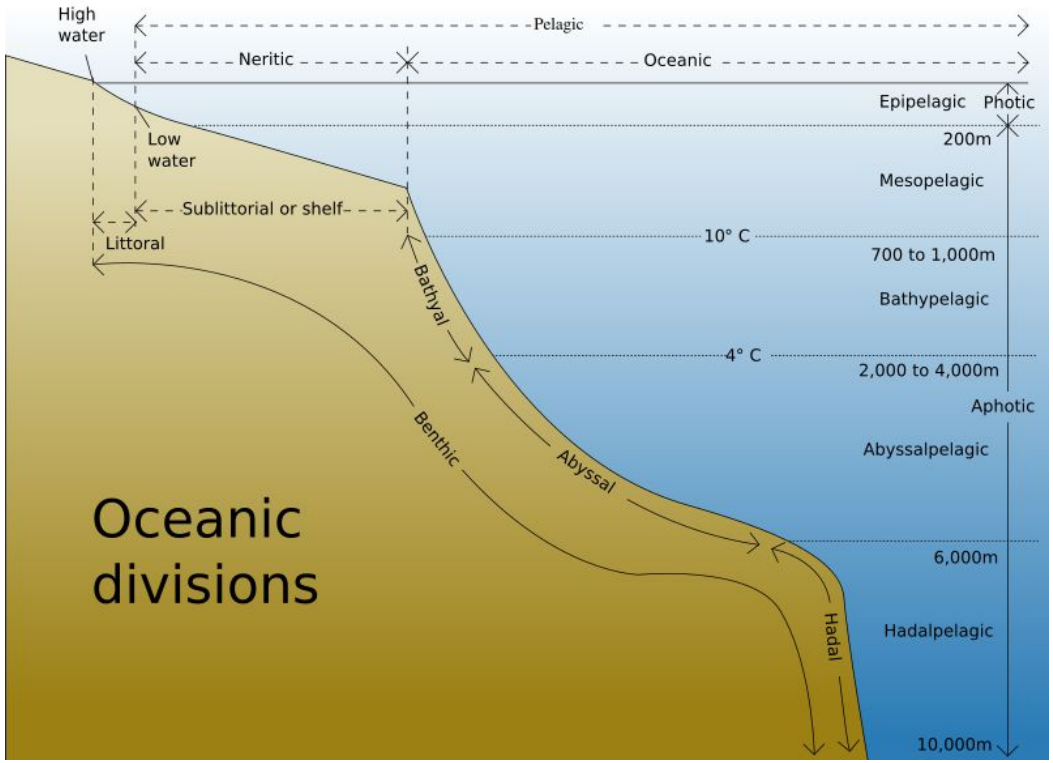
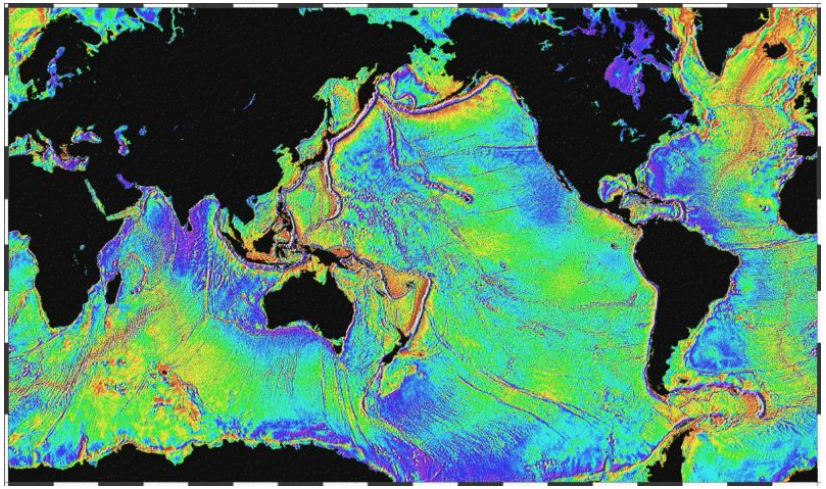
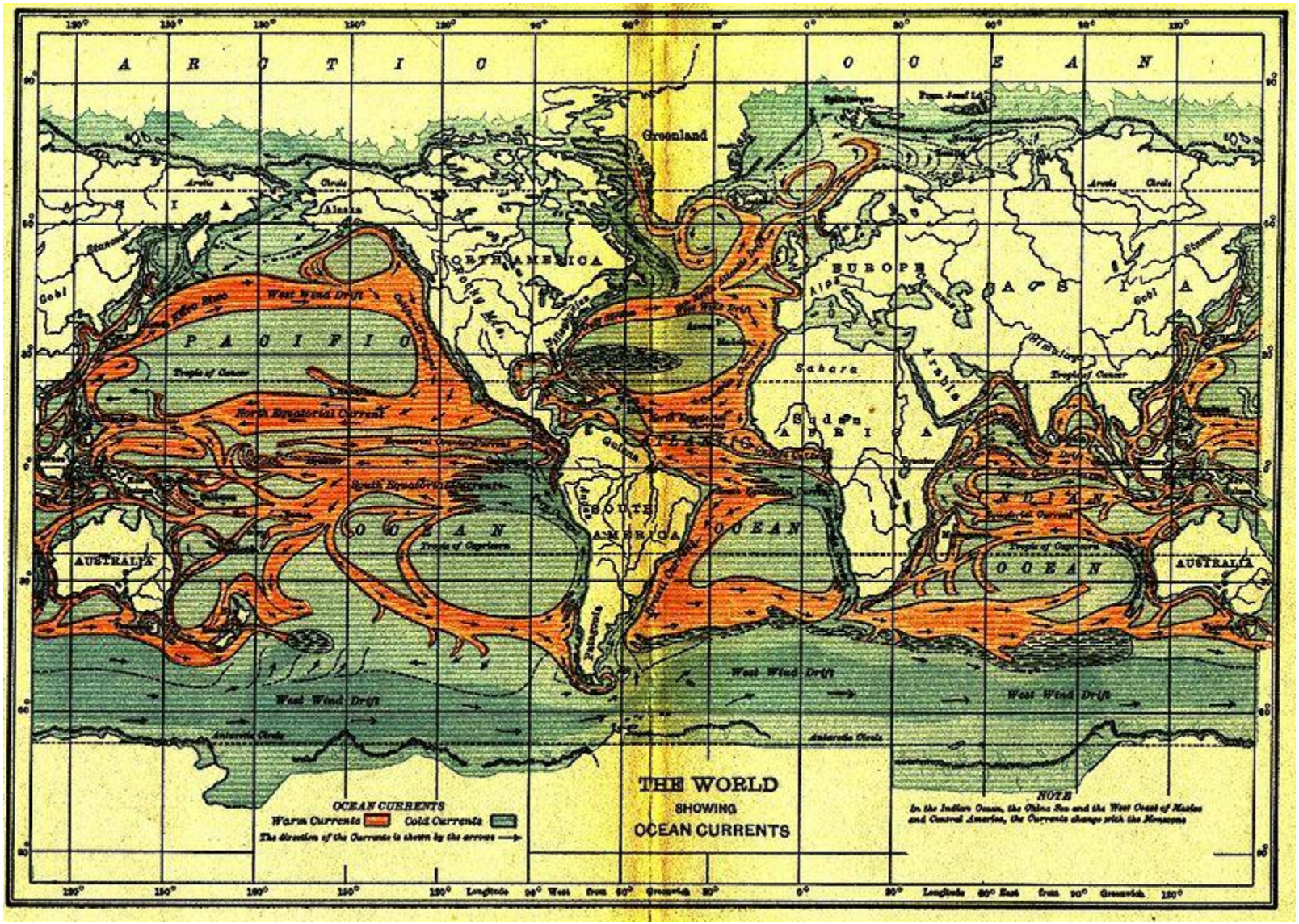
Застосування супутникових спостережень для досліджень світового океану

(океанологія, кліматологія, гідрометеорологія, екологія, безпека, ресурси)





Глобальний перенос речовини океаном: карта океанських течій



Physiography for High Schools by Albert L. Arey, Frank L. Bryant, William W. Clendenin and William T. Morrey, USA: 1911

Модель глобальної океанської циркуляції (1)

Рівняння балансу горизонтального моменту руху:

$$\frac{d}{dt}\vec{v} + f(\vec{k} \times \vec{v}) = -\frac{1}{\rho_o}(\vec{\nabla}_H(p + \rho_o g\zeta)) + \vec{F}_H + \vec{F}_V .$$

де: $p = g\int_z^0 \rho dz'$ $\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \vec{v} \cdot \vec{\nabla}_H + w \cdot \frac{\partial}{\partial z}$

турбулентний перенос: $\vec{F}_{H1} = A_H \nabla^2(\vec{v})$ $\vec{F}_{H2} = -B_H \nabla^4(\vec{v}),$

$$\vec{F}_{H3} = \nabla(\nu_A T^2 \vec{\nabla}_H(\vec{v})). \quad \vec{F}_V = \frac{\partial}{\partial z}\left(A_V \frac{\partial}{\partial z}\vec{v}\right),$$

внутрішній тиск: $\frac{\partial p}{\partial z} = -g\rho .$

вертикальна швидкість: $\frac{\partial w}{\partial z} = -\nabla \vec{v} .$

Модель глобальної океанської циркуляції (2)

Розподіл рівня морської поверхні:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = w|_{z=0} + Q_\zeta = -\nabla \int_{-H}^{0} \vec{v} dz + Q_\zeta ,$$

Вітровий тиск на поверхні:

$$\rho_o A_V \frac{\partial}{\partial z} \vec{v} \Big|_{z=0} = \vec{\tau} .$$

Розподіл солоності:

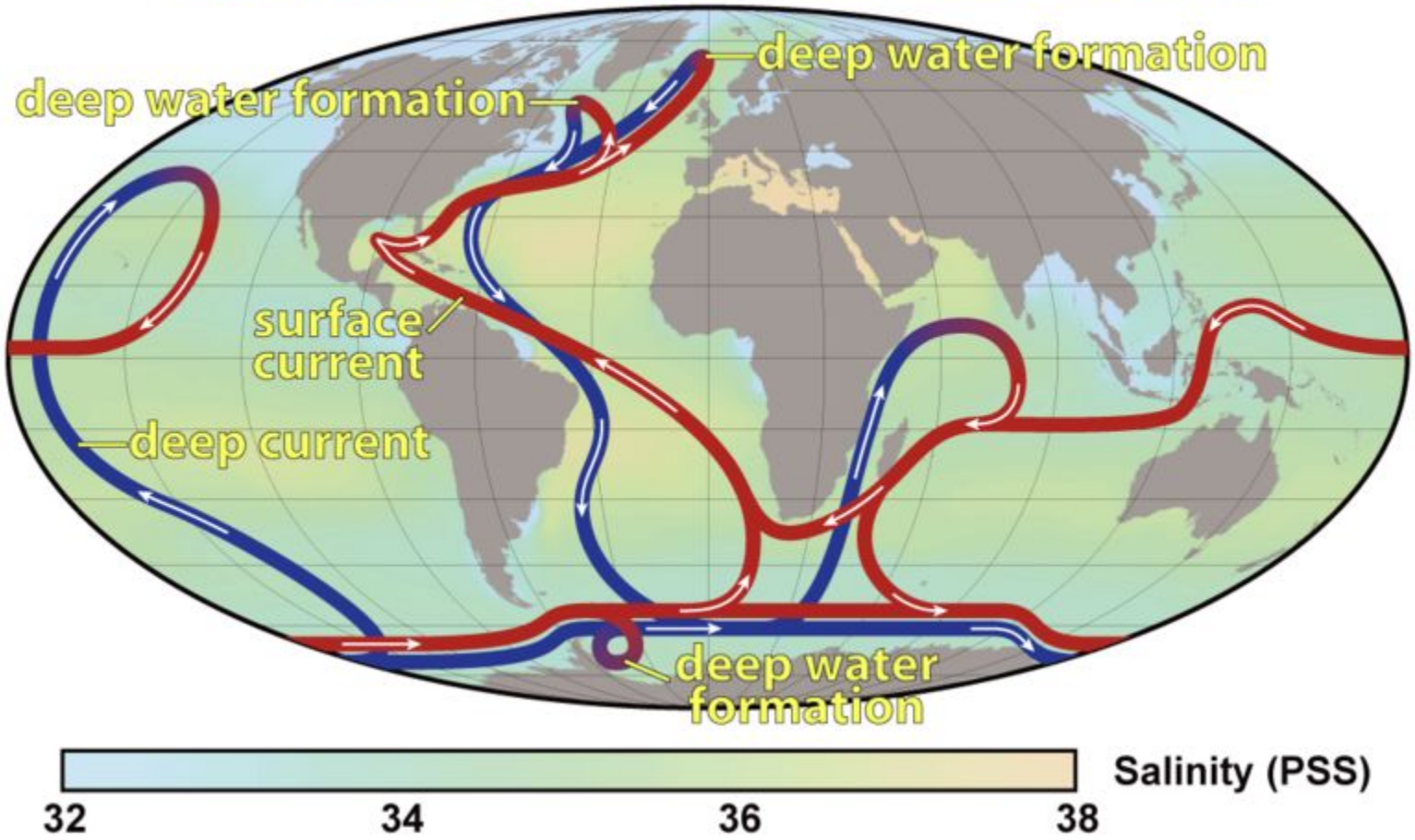
$$\frac{dS}{dt} = \frac{\partial}{\partial z}\left(D_V \frac{\partial S}{\partial z} \right) + D_H \nabla^2 (S) + \nabla (\nu_D T^2 \vec{\nabla}_H (S)) ,$$

Розподіл температури:

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{\partial}{\partial z}\left(D_V \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) + D_H \nabla^2 (\theta) + \nabla (\nu_D T^2 \vec{\nabla}_H (\theta))$$

З граничними умовами: $D_V \frac{\partial S}{\partial z}\Big|_{z=\zeta} = \lambda_S (S_{obs} - S_1)$ $\quad D_V \frac{\partial \theta}{\partial z}\Big|_{z=\zeta} = \lambda_\theta (\theta_{obs} - \theta_1)$

Глобальний перенос маси і тепла океаном: термохалінна циркуляція



Основні задачі для застосування даних ДЗЗ

Моніторинг (довгострокової) **динаміки кліматоформуючої компоненти** з метою зниження невизначеностей кліматичних моделей: аналіз великомасштабної циркуляції, вивчення системних явищ (El Niño), динаміка процесів обміну тощо;

Вивчення поточної **варіабельності динамічних процесів** (течії, припливи, хвилі, турбулентність, структура водних мас, розподіл фізичних і хімічних властивостей середовища – температура, солоність, прозорість) для:

- оцінки **екологічної безпеки** **прибережних зон**

- контролю та передбачення **надзвичайних ситуацій;**

Оцінка **ресурсного потенціалу територій:** визначення та оцінка **геологічних ресурсів** (пошук родовищ корисних копалин та оцінка запасів) та **біологічної продуктивності** океану (продуктивність, розподіл промислових об'єктів та кормової бази);

Дослідження **полярних зон**;

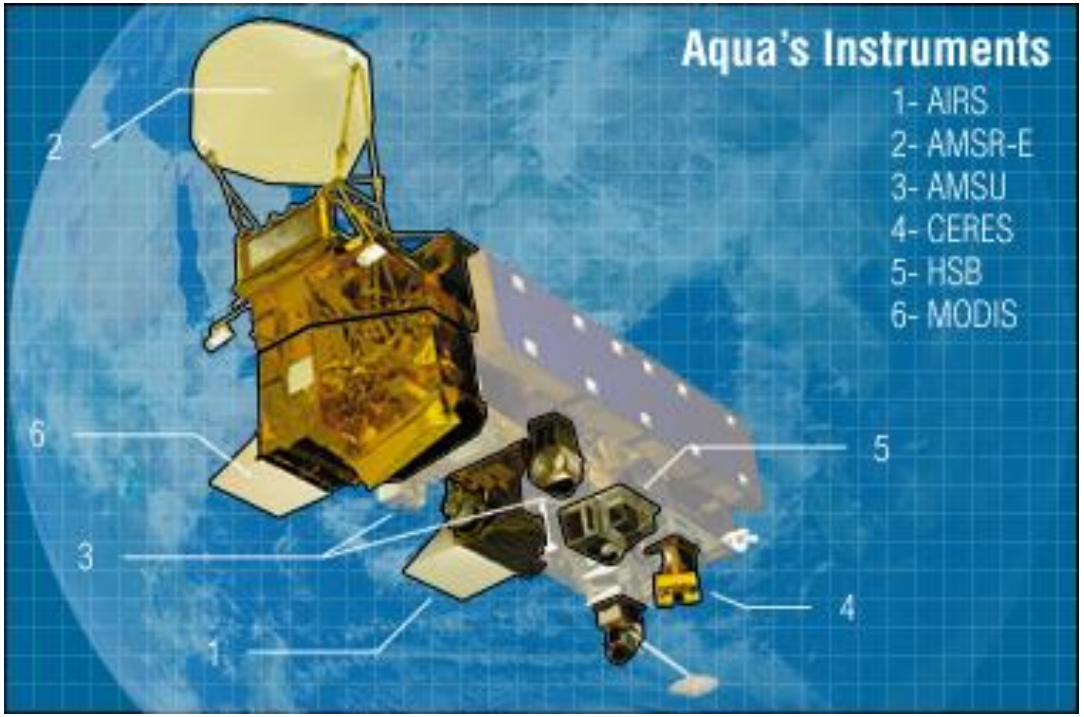
Реєстрація **забруднень**

Перелік основних приладів для дослідження океану

платформа	власник	сенсор	запуск
NOAA-19, /MetOp-A	NOAA/USA	**AVHRR** (Advanced Very High Resolution Radiometer)	2009
EOS PM (Aqua)	NOAA/USA	**MODIS** (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer)	2002
EOS PM (Aqua)	NOAA/USA	**AMSR-E** (Advanced Microwave Scanning Radiometer - EOS)	2002
OrbView-2	NASA/USA	**SeaWiFS** (Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor)	1997
TOPEX/Poseidon Jason, Seasat	NASA/USA CNES	**Radar Altimiter**	1992

Характеристики основних приладів для дослідження океану

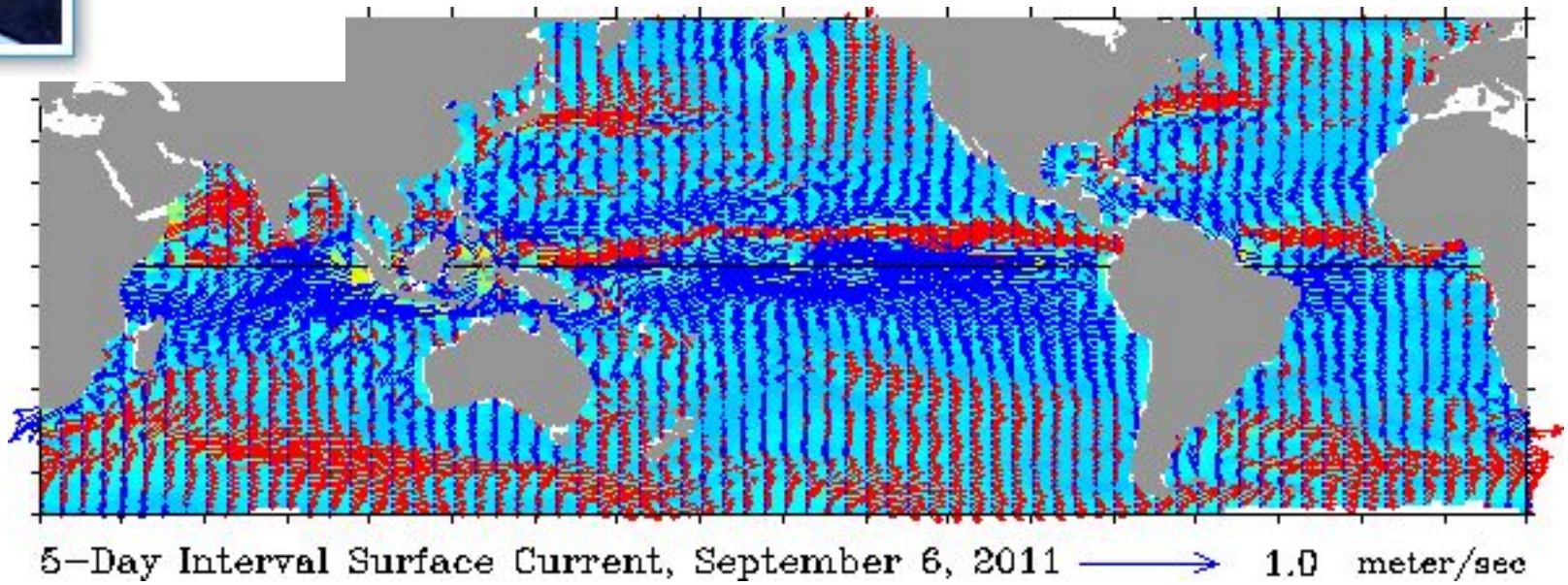
Композиція сенсорів на супутнику EOS PM (Aqua)



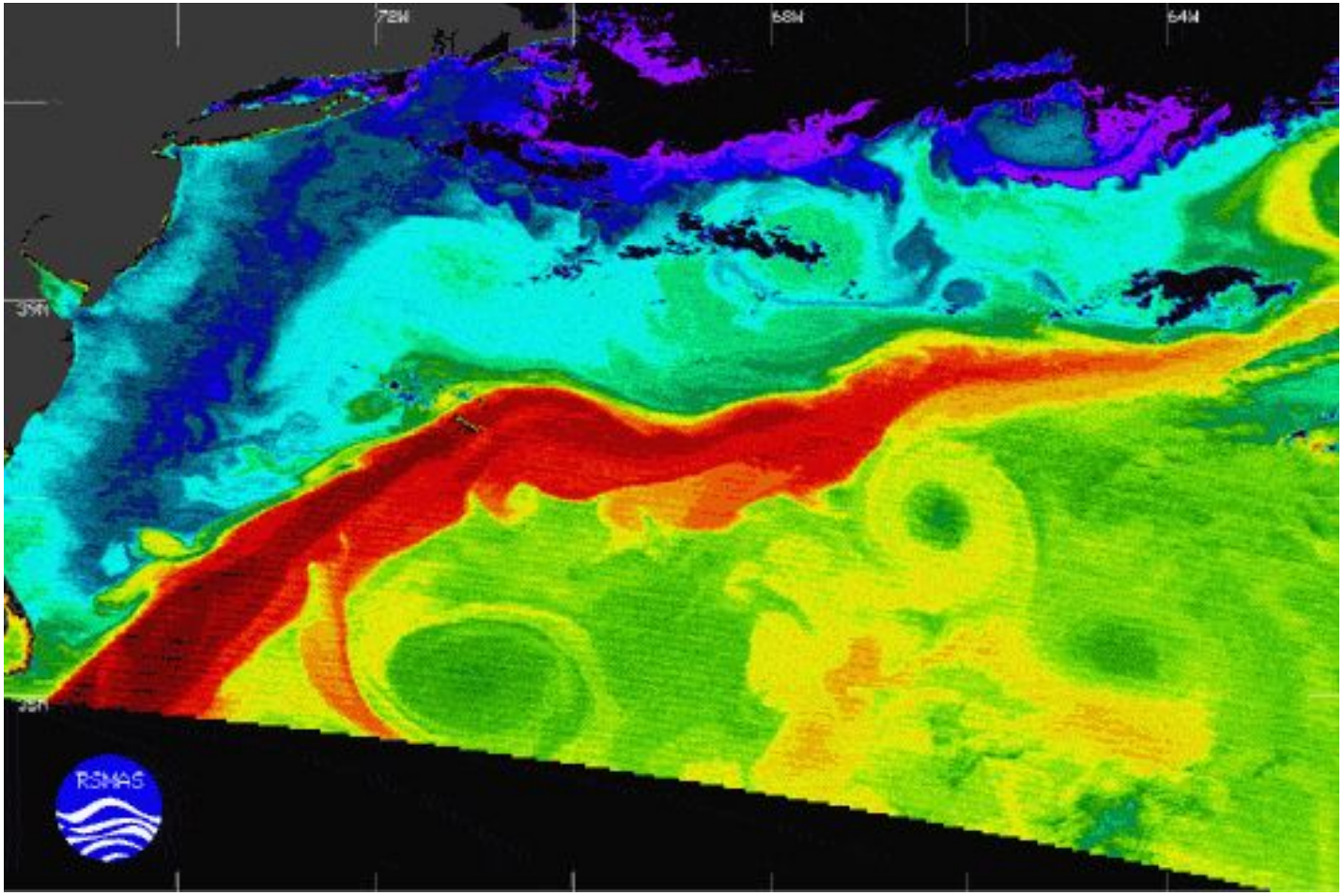
Розподіл спектральних смуг сенсору SeaWiFS

смуга	довжина хвилі
1	402-422 нм
2	433-453 нм
3	480-500 нм
4	500-520 нм
5	545-565 нм
6	660-680 нм
7	745-785 нм
8	845-885 нм

Глобальний перенос речовини океаном: розподіл океанських течій за супутниковими даними Jason-1

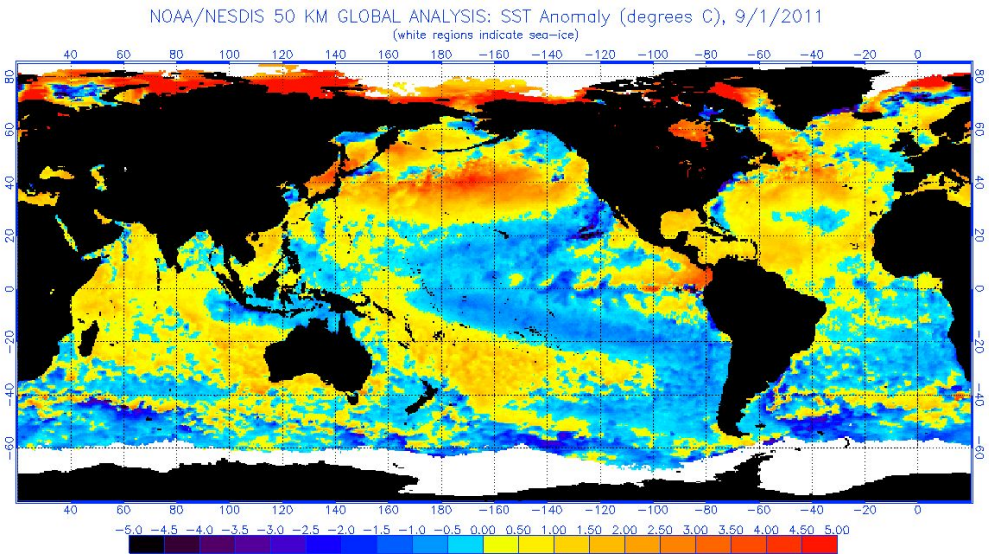


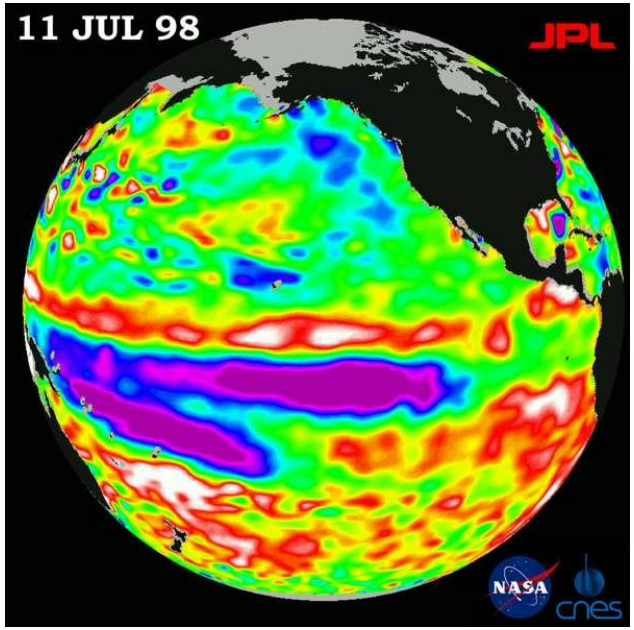
Аналіз динамічних процесів: поверхневі течії

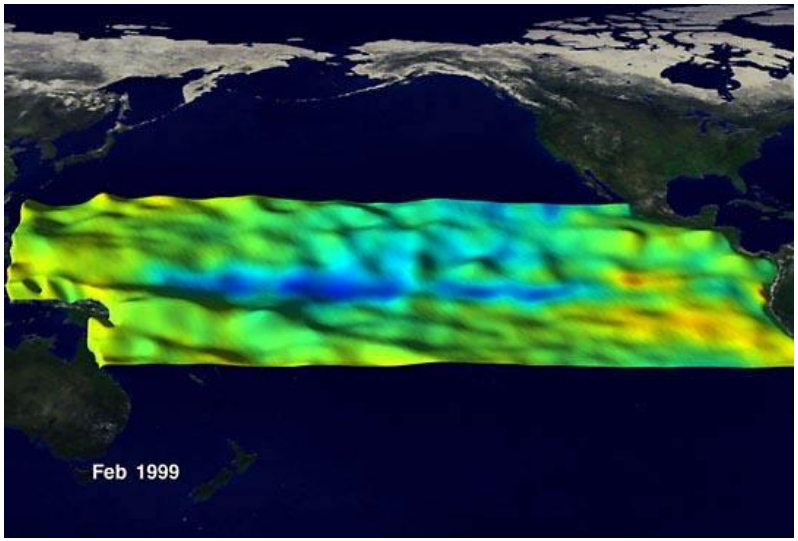


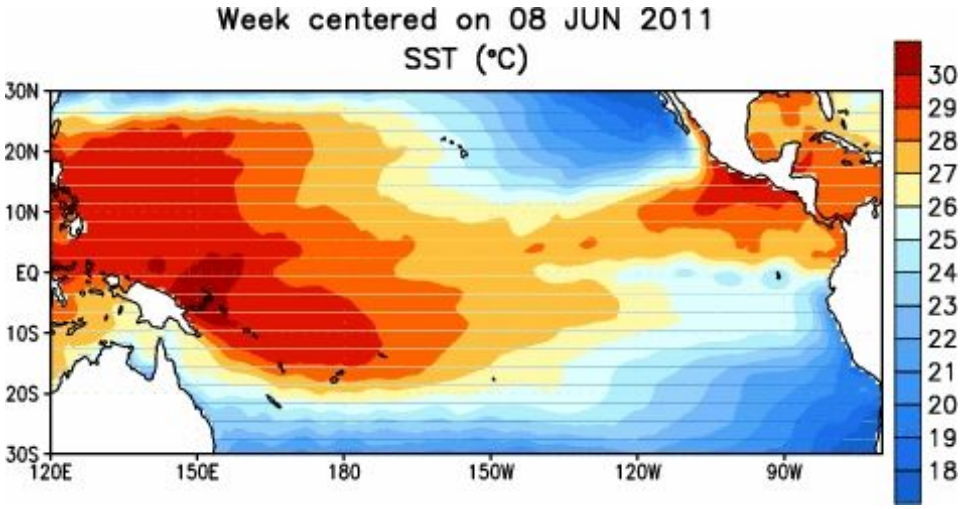
Розподіл температур вздовж течії (від 7 до 22 С) біля східного узбережжя США (8 травня, 2000р.) за даними MODIS

Вивчення системних явищ: El Niño і La Niño

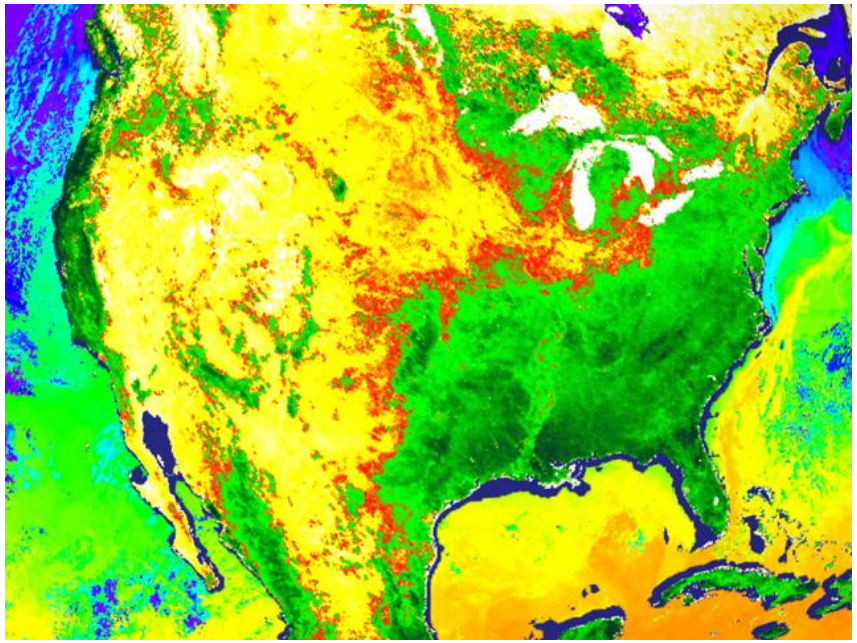




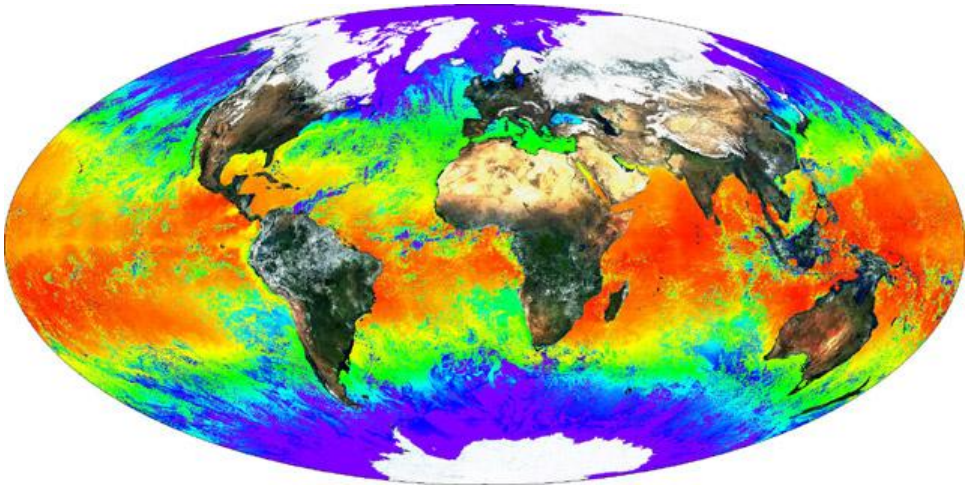




Реєстрація температур морської поверхні

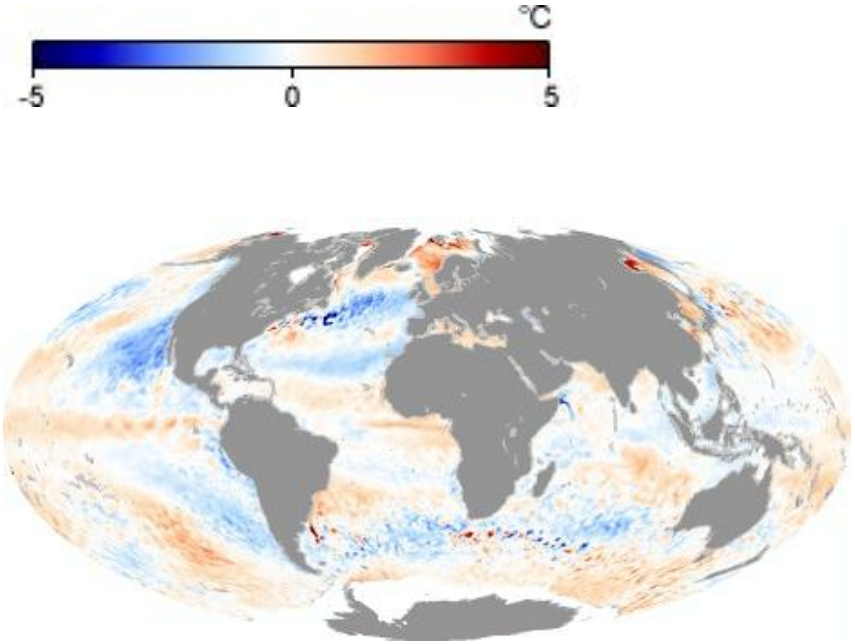


Зображення індексів температур морської поверхні та вегетаційних індексів суходолу (квітень 2000р.)

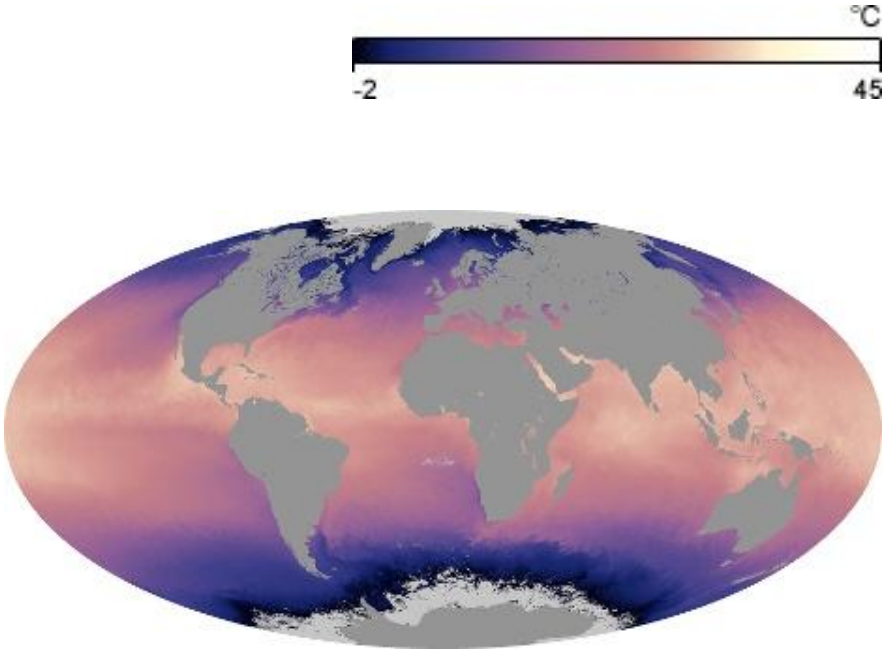


Композитний розподіл індексів відбиття, перерахованих в глобальний розподіл температур морської поверхні (квітень 2000р.)

Аналіз розподілу температур морської поверхні

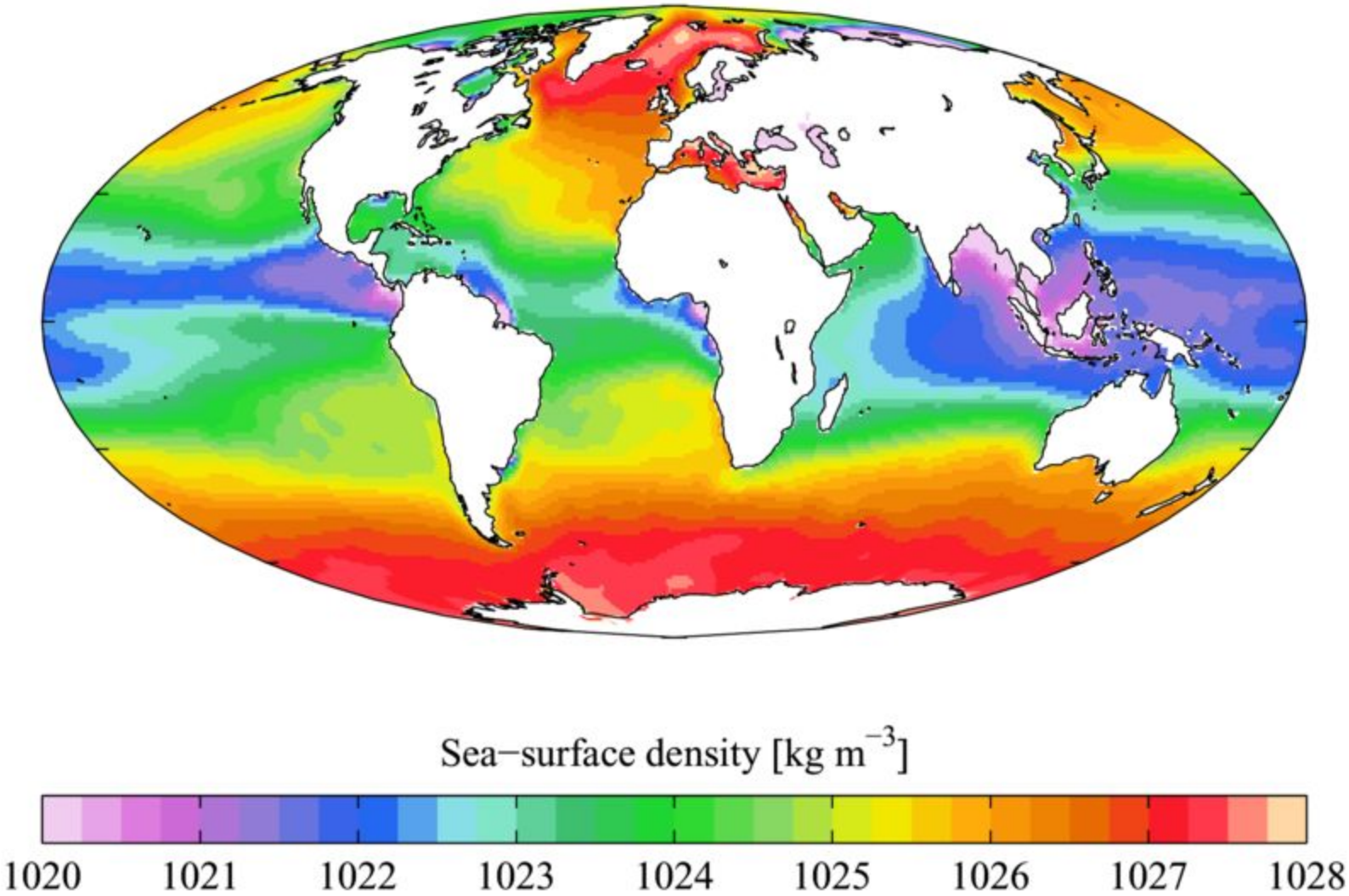


Аномалії температури морської поверхні (липень 2011 р.)

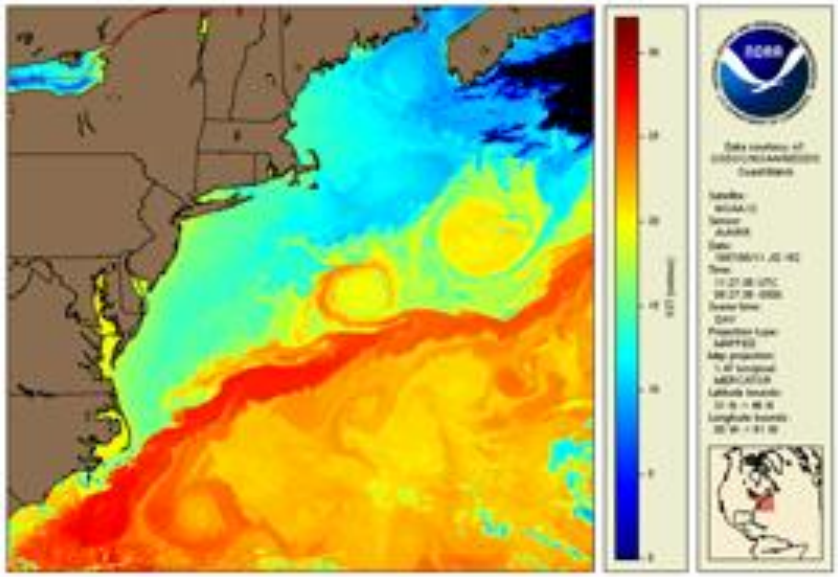


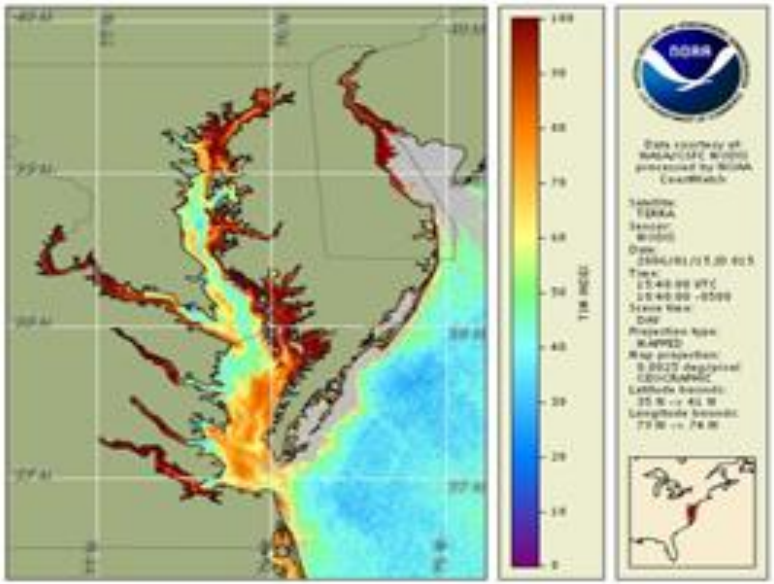
Температура морської поверхні (липень 2011 р.)

Вивчення фізичних властивостей поверхневого шару: щільність

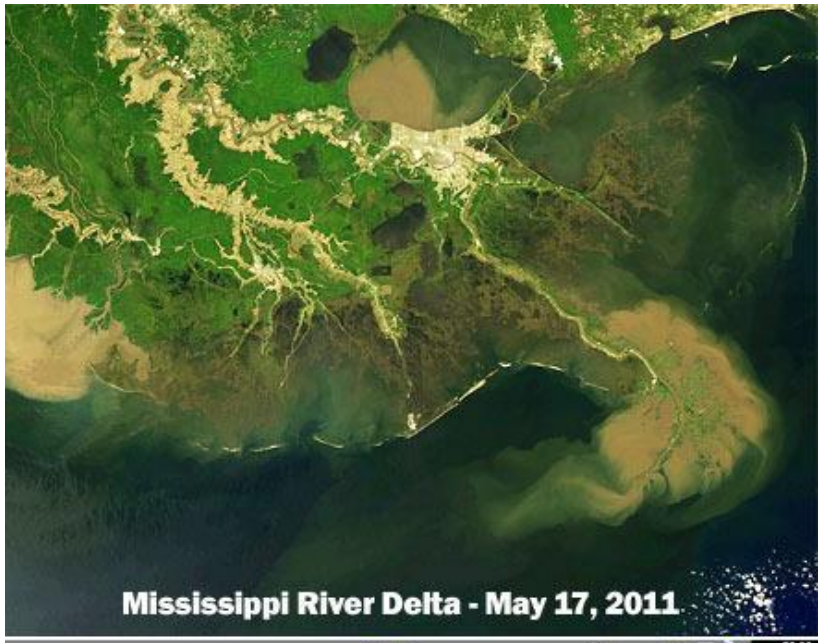


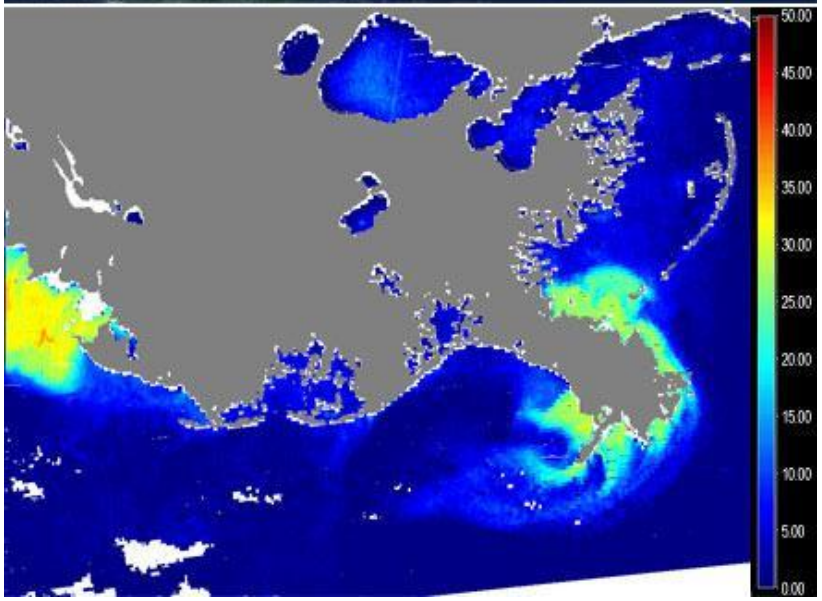
Вивчення зони взаємодії “суходіл–океан”

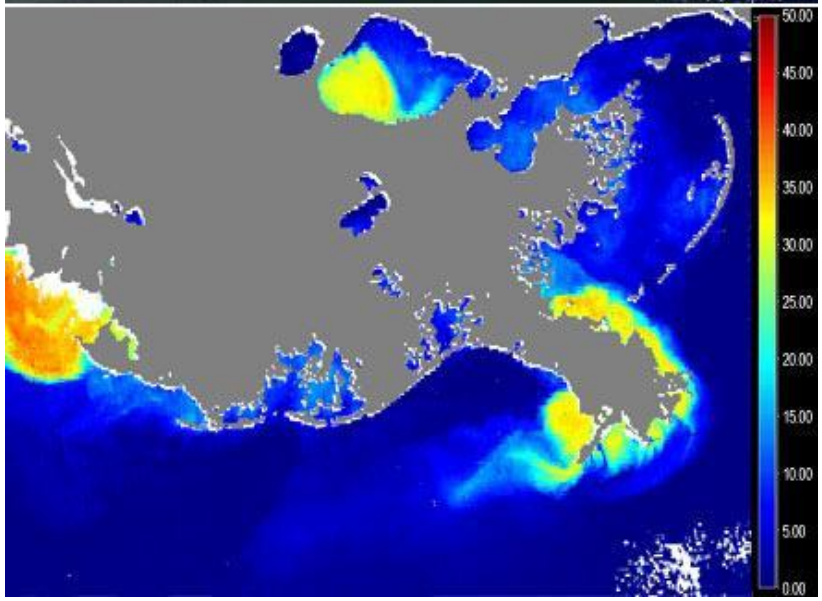




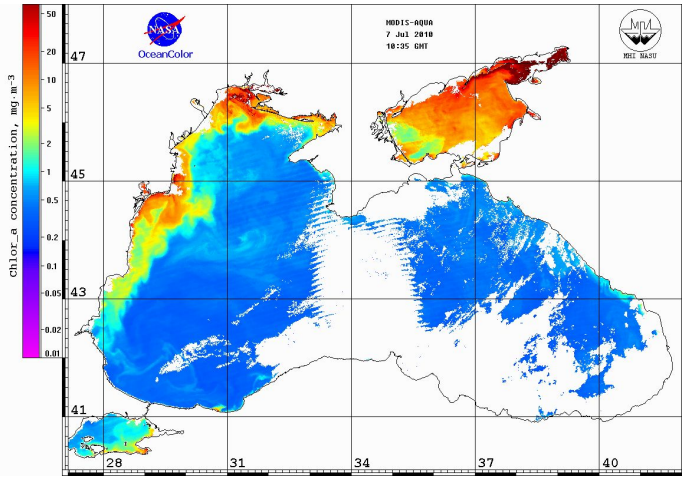
Вивчення розподілу завислих речовин

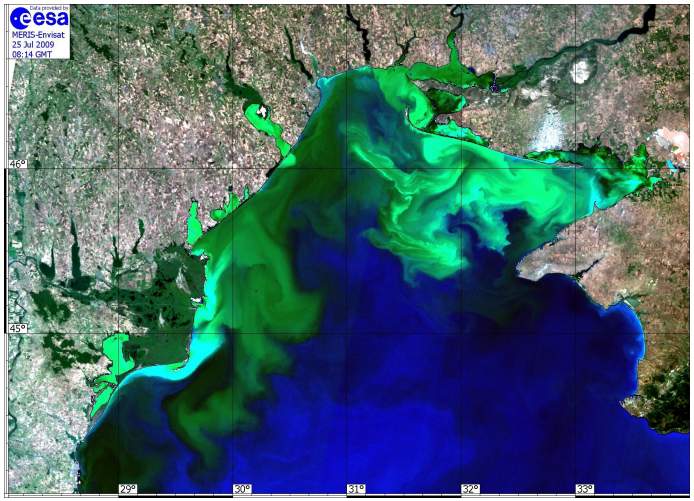


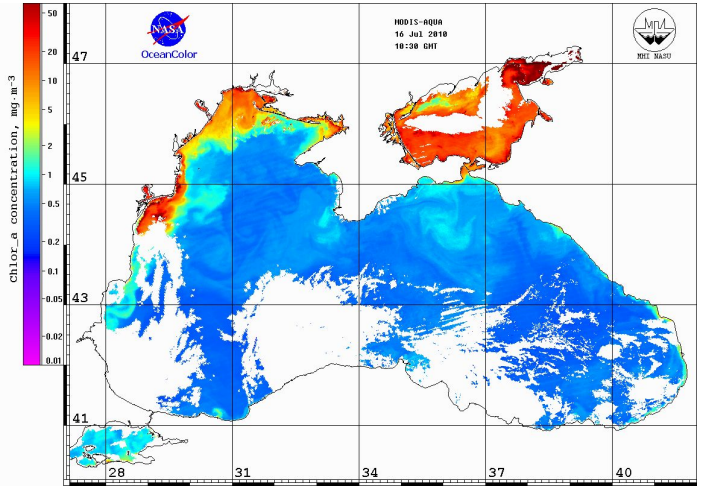


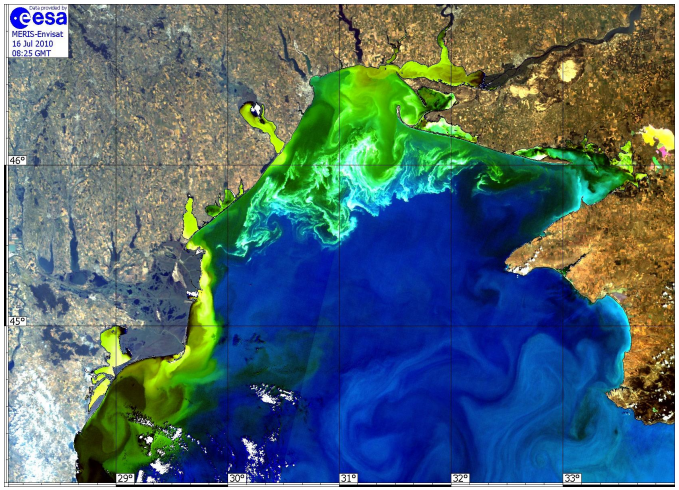


Вивчення біологічної активності океану: розподіл хлорофілу

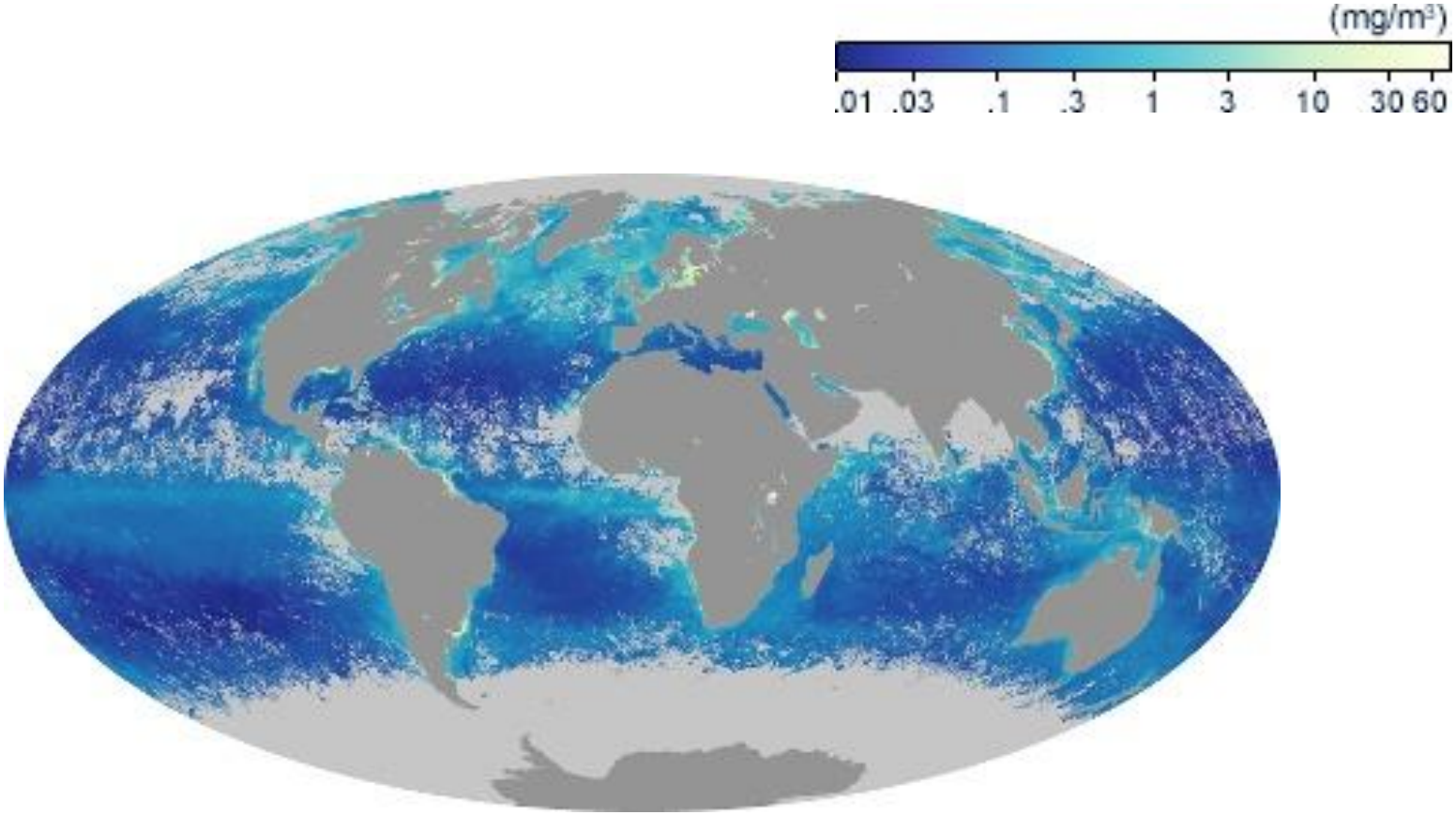








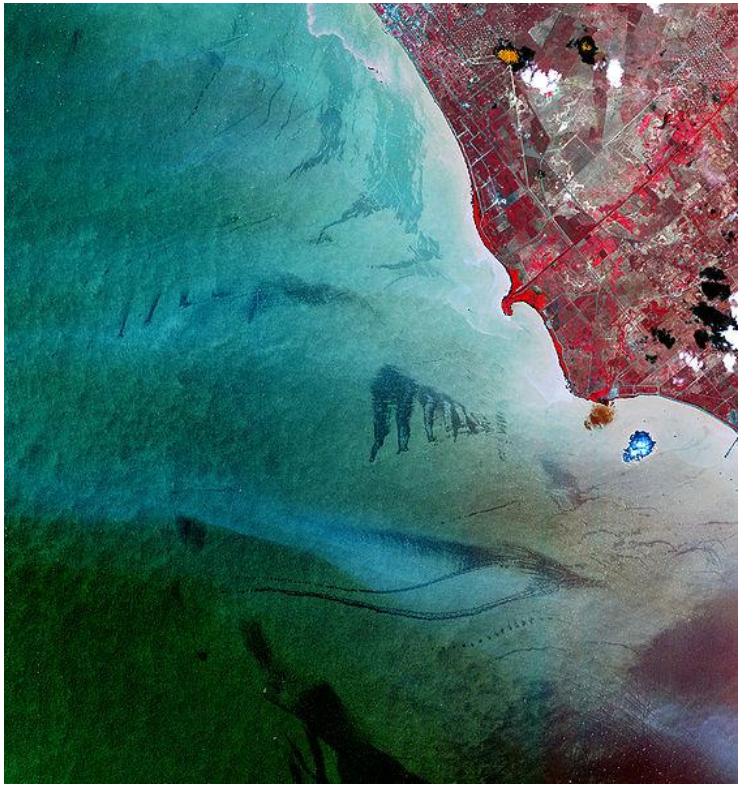
Вивчення біологічної активності океану: розрахунок глобального розподілу хлорофілу

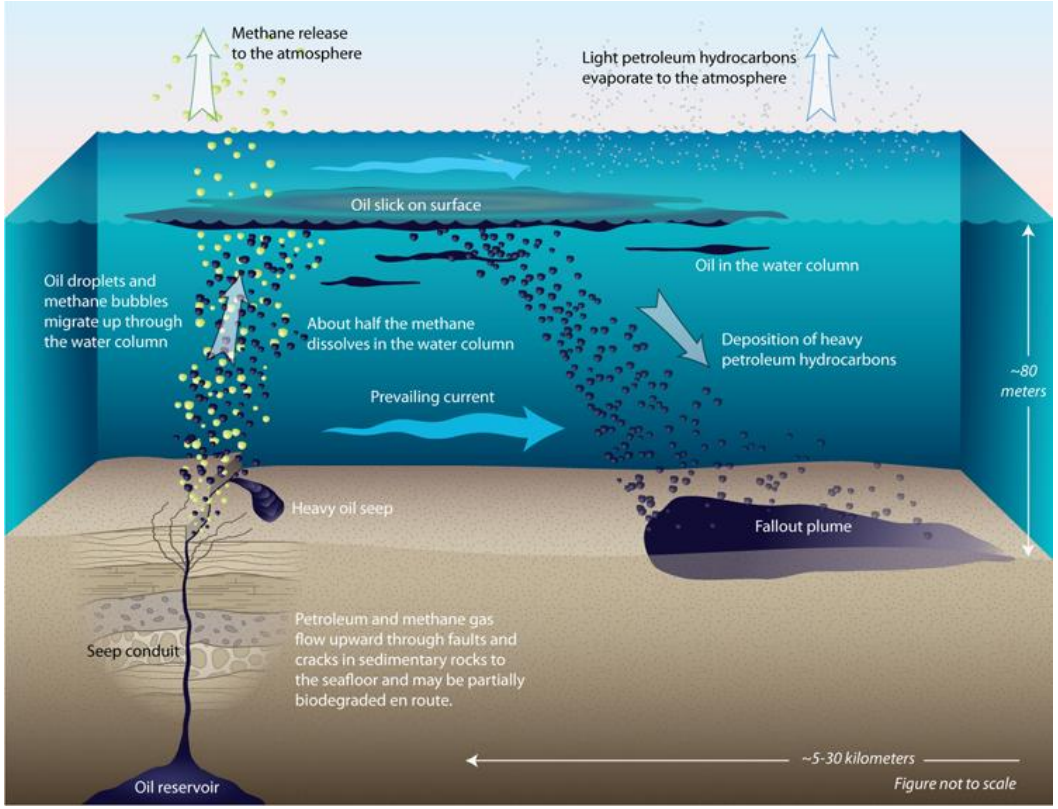
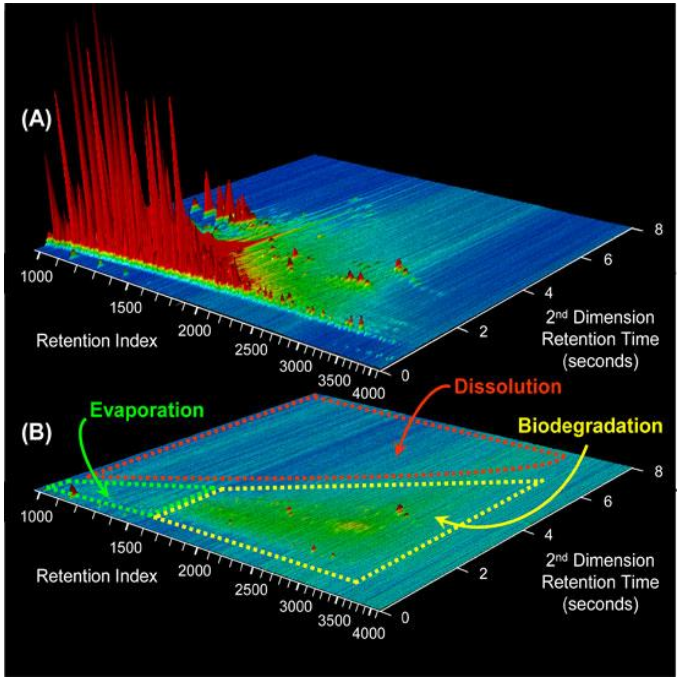


Глобальний розподіл хлорофілу липень 2011 р.

Реєстрація забруднень

Забруднення внаслідок очищення розливу нафти в Мексиканський затоці за даними MODIS липень 2011 р.



Забруднення внаслідок розливу нафти в Атлантичному океані за даними MODIS липень 2011 р.

Формування корисного сигналу в тепловому і радіодіапазоні над покладами нафти і газу на океанському шельфі