

Физическая география Мирового океана

Лекция 9. Океанологические приборы.

доц. Ф. Н. Гиппиус

Кафедра океанологии МГУ имени М. В. Ломоносова

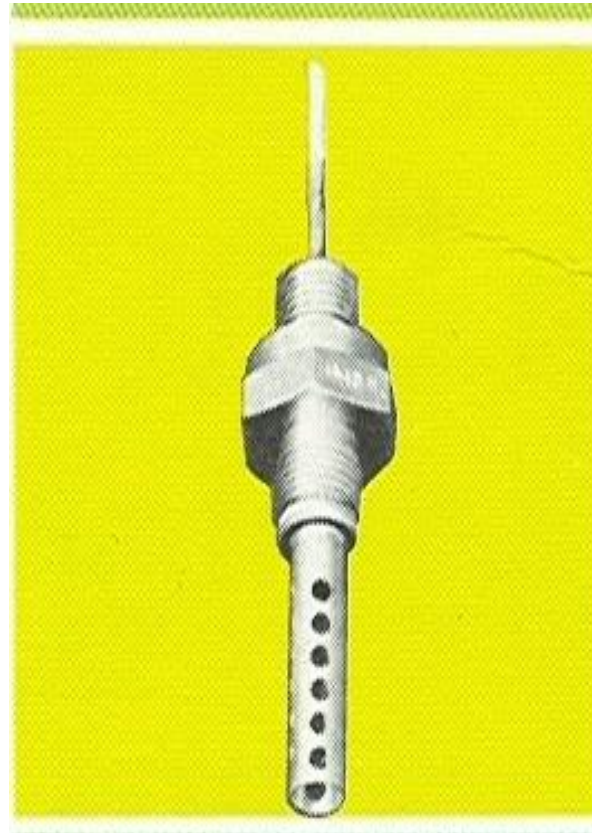
gippiusfn@my.msu.ru

Основные типы океанологического оборудования

1. Измерительное
 - *in situ*
 - дистанционное
2. Пробоотборное
3. Вспомогательное

Измерения температуры

Основной способ – электротермистры



Measurement Range

Temperature	-5 to 45 °C
Optional Pressure	20/100/350/600/1000/2000/3500/7000 (meters of deployment depth capability)

Initial Accuracy

Temperature	± 0.002 °C (-5 to to 35 °C); ± 0.01 °C (35 °C to 45 °C)
Optional Pressure	± 0.1% of full scale range

Typical Stability

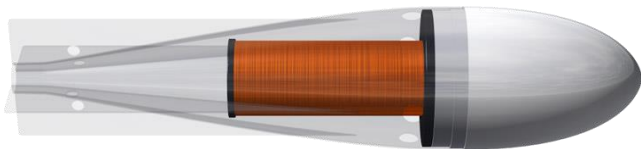
Temperature	0.0002 °C per month
Optional Pressure	0.05% of full scale range per year

Resolution

Temperature	0.0001 °C
Optional Pressure	0.002% of full scale range

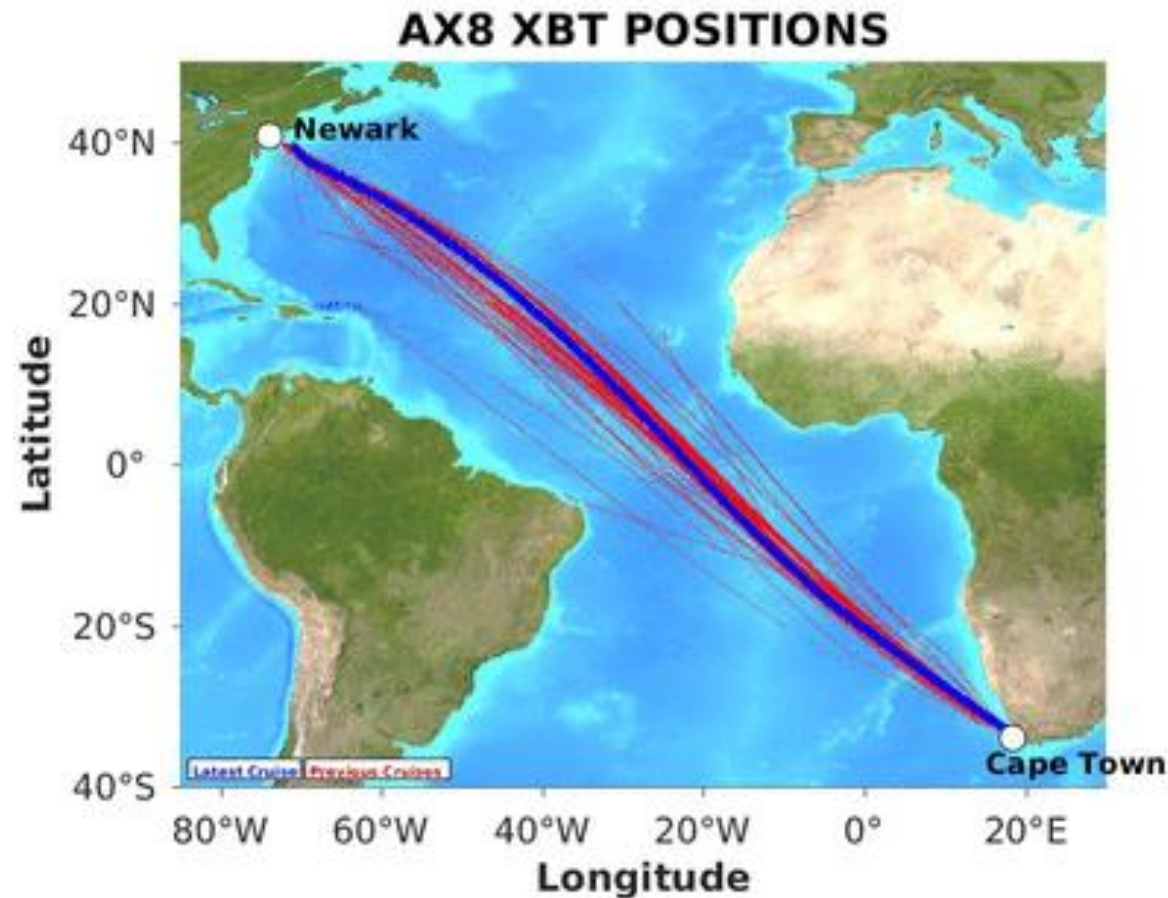
Измерения температуры

eXpendable BathyTermographs (XBT)



Измерения температуры

eXpendable BathyTermographs (XBT)



Измерения солёности

- Солёность косвенно определяется через электропроводность воды.
- Чаще всего применяются индуктивные датчики, в которых вода выполняет роль сердечника трансформатора.



Water

Technical Details

Conductivity:

Range:	0 – 7.5 S/m (0 – 75 mS/cm)
Resolution:	0.0002 S/m (0.002 mS/cm)
Accuracy ¹⁾ :	
5990C	±0.0004 S/m (±0.004 mS/cm)
5990B	±0.0018 S/m (±0.018 mS/cm)
5990A	±0.005 S/m (±0.05 mS/cm)
Response Time (90%):	<0.5 sec ²⁾
Typical Drift	<0.0001 S/m per month (0.001 mS/cm per month)

[Barra et al., 2023]

CTD-зонды

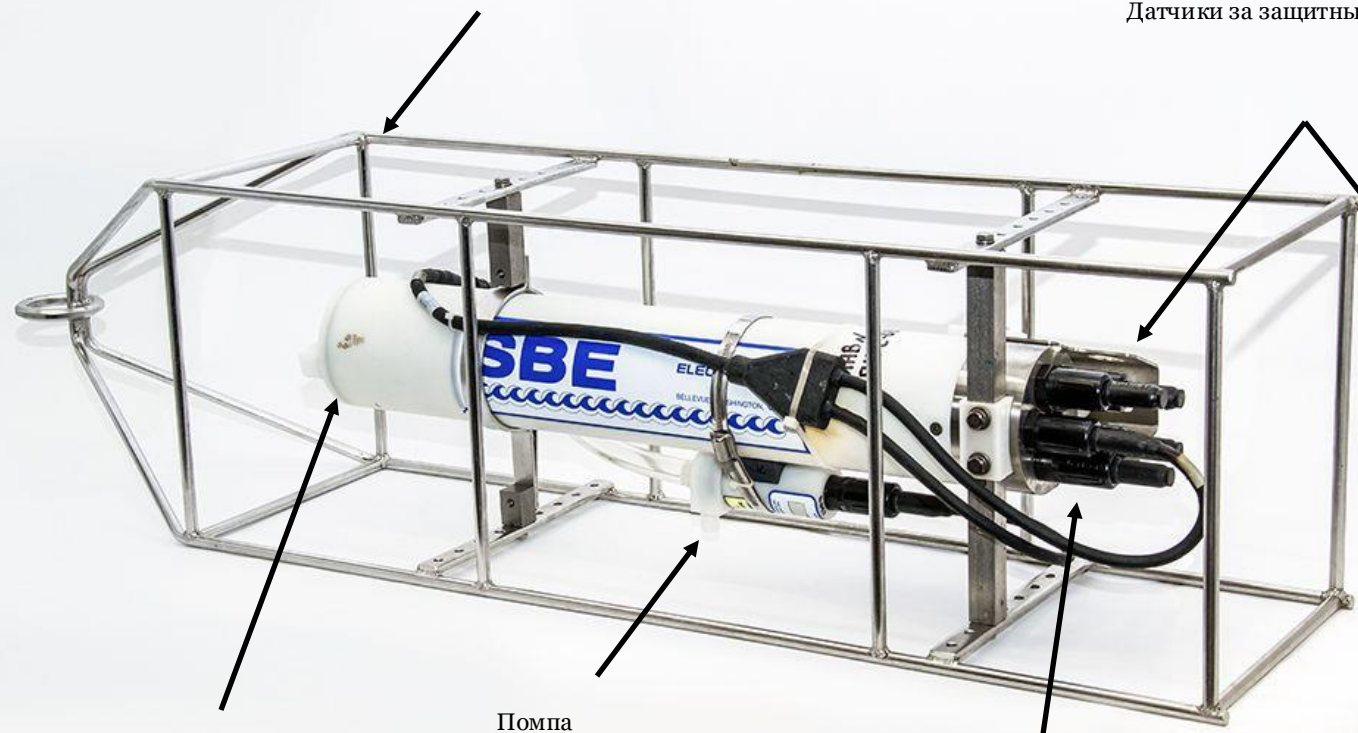
- CTD – Conductivity, Temperature, Depth
- Комбинированные приборы, могут измерять несколько параметров одновременно

CTD-зонд SBE19plus(V2)



Рама для защиты и погружения

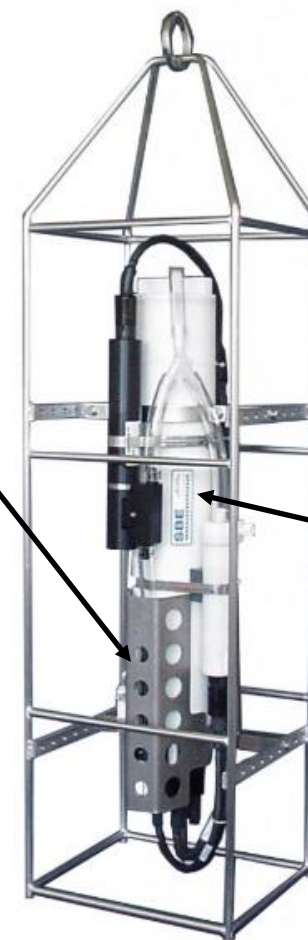
Датчики за защитным кожухом



Помпа

Место для батарей (D, 9 шт.)

Разъёмы для дополнительных датчиков

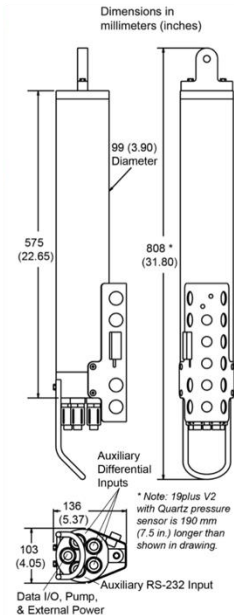


Пластиковый корпус

CTD-зонд SBE19plus(V2)



Initial Accuracy	
Conductivity	± 0.0005 S/m
Temperature	± 0.005 °C
Pressure	Strain-gauge ± 0.1% of full scale range; Quartz ± 0.02% of full scale range
Typical Stability	
Conductivity	0.0003 S/m per month
Temperature	0.0002 °C per month
Pressure	Strain-gauge ± 0.1% of full scale range; Quartz ± 0.02% of full scale range per year
Measurement Range	
Conductivity	0 to 9 S/m
Temperature	-5 to +35 °C
Pressure	Strain-gauge 0 to 20/100/350/600/1000/2000/3500/7000 m; Quartz 20/60/130/200/270/680/1400/2000/4200/7000/10,500 m
Resolution	
Conductivity	0.00005 S/m typical
Temperature	0.0001 °C
Pressure	Strain-gauge 0.002% of full scale range; Quartz 0.0025% of full scale range



Sampling Speed	Profiling: 4 Hz (strain-gauge pressure) or 2 Hz (Quartz pressure)
Memory & Data Storage	64 Mbyte non-volatile FLASH Bytes/sample: 6 T&C; 5 pressure; 2 each external voltage; 4 date & time (RS-232 sensor is sensor dependent)
Power Supply & Consumption	9 alkaline D-cell batteries, 60 hours CTD profiling (see manual)
Optional External Power	9 - 28 VDC; consult factory for required current
Auxiliary Sensors	Power out up to 500 mA at 10.5 - 11 VDC; Voltage sensor A/D resolution 14 bits & input range 0-5 VDC
Housing, Depth Rating, & Weight (add 0.3 to 0.7 kg [in air] for pump, depending on model)	Acetal Copolymer Plastic, 600 m, in air 7.3 kg, in water 2.3 kg 3AL-2.5V Titanium, 7000 m, in air 13.7 kg, in water 8.6 kg 6AL-4V Titanium, 10,500 m
Optional Cage (weight in air)	(strain-gauge pressure version) 1016 x 241 x 279 mm, 6.3 kg



seabird.com | sales@seabird.com | +1 425-643-9866

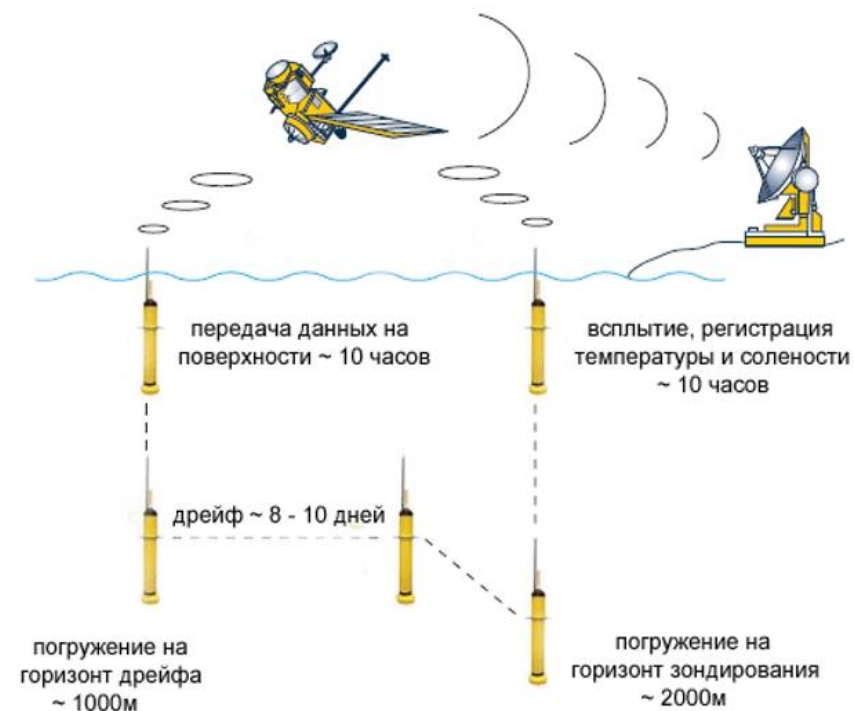
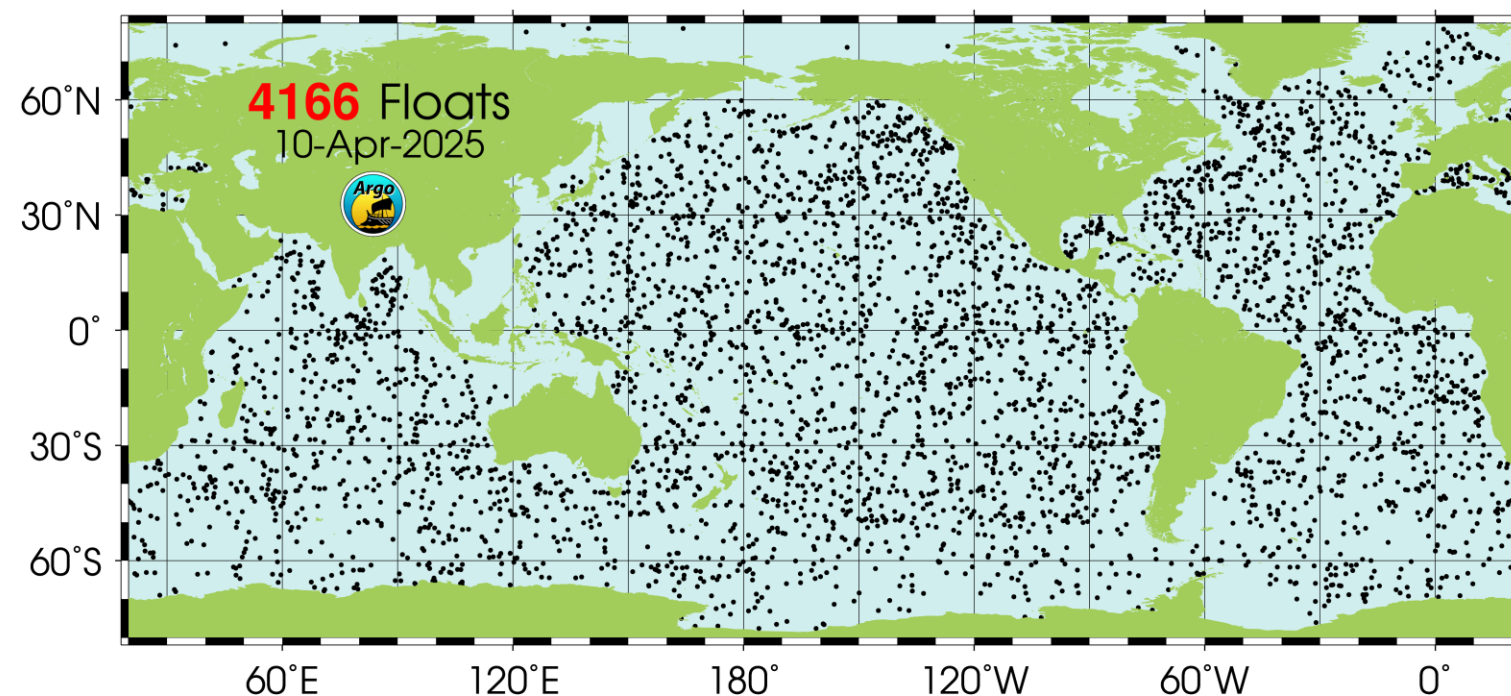
Specifications subject to change without notice. ©2021 Sea-Bird Scientific. All rights reserved. Rev. September 2021

Автономные дрейтеры

Argo

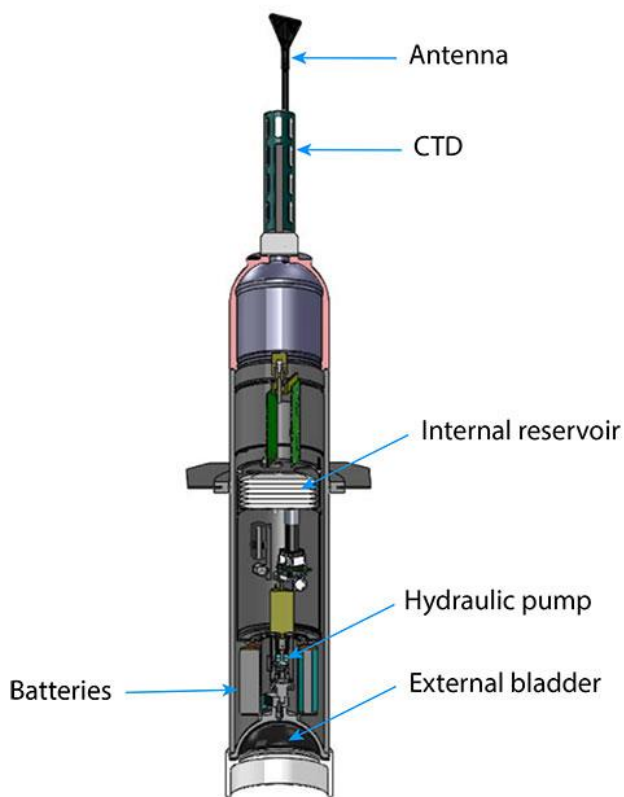


Полное время одного цикла работы буя ~ 10 дней



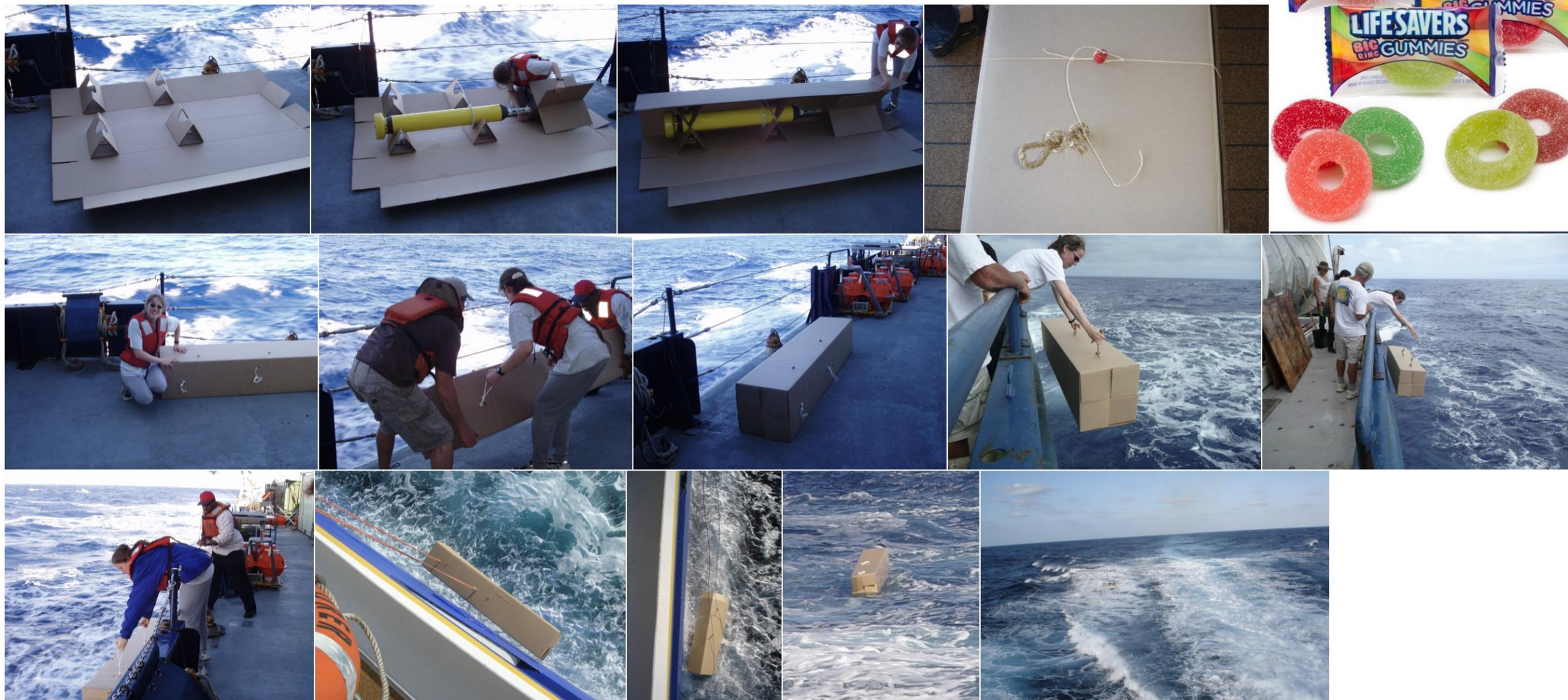
Автономные дрейфтеры

Argo



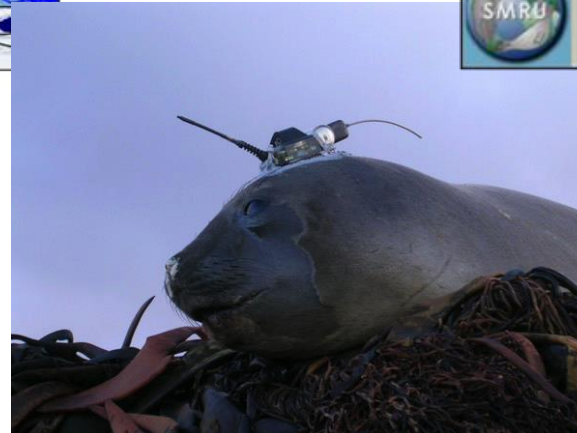
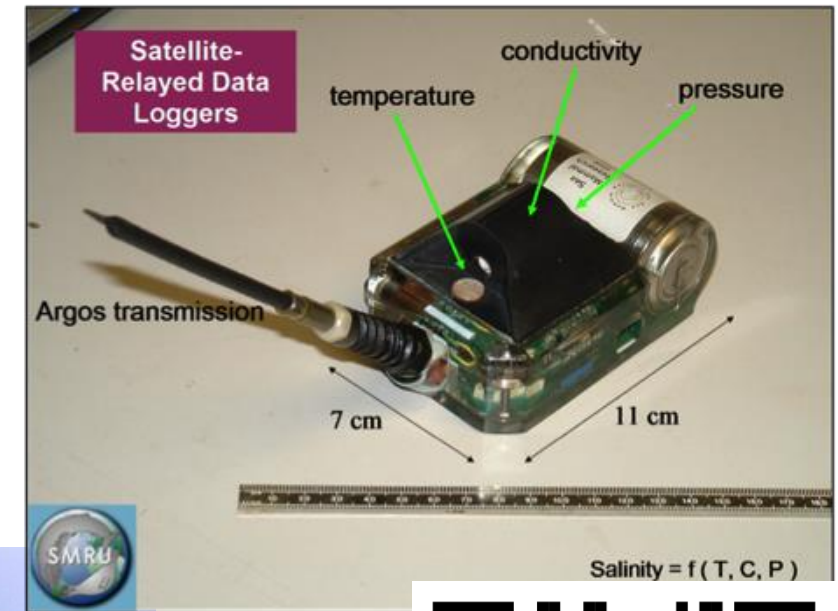
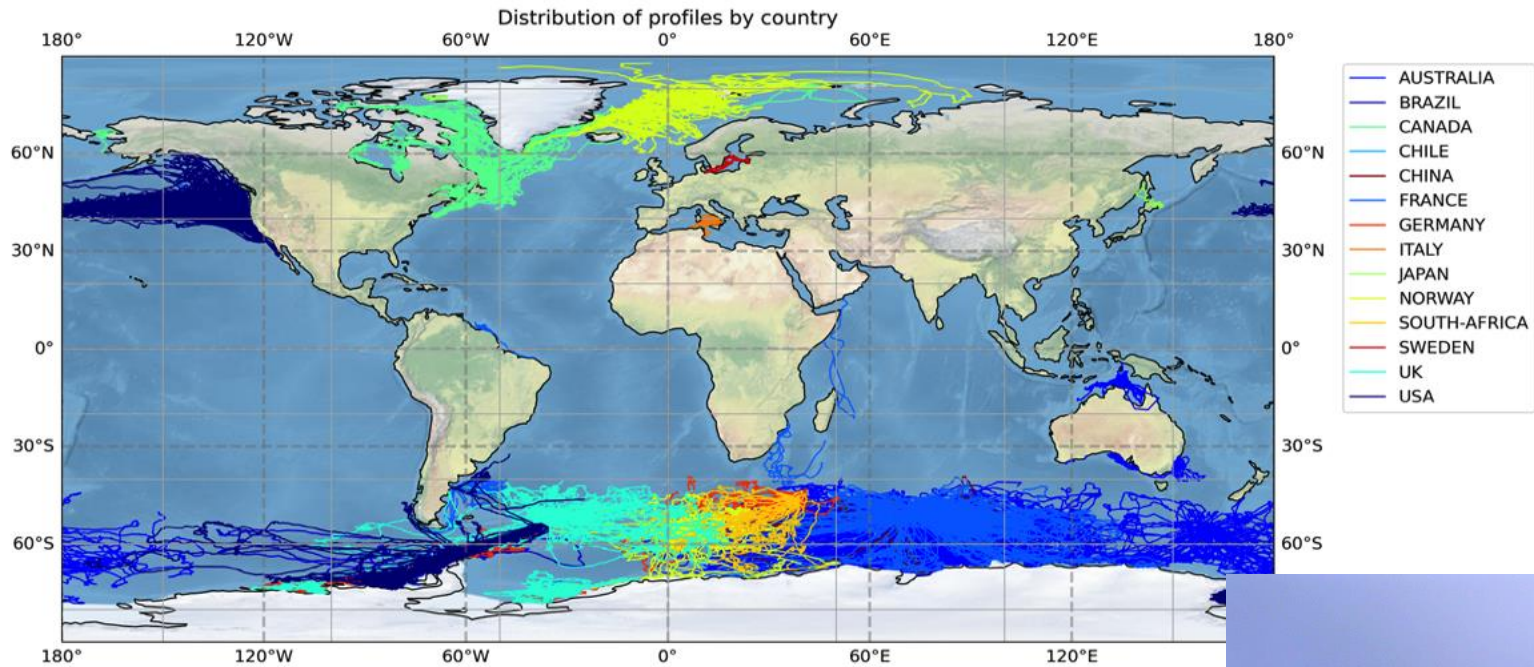
Автономные дрейфтеры

Argo



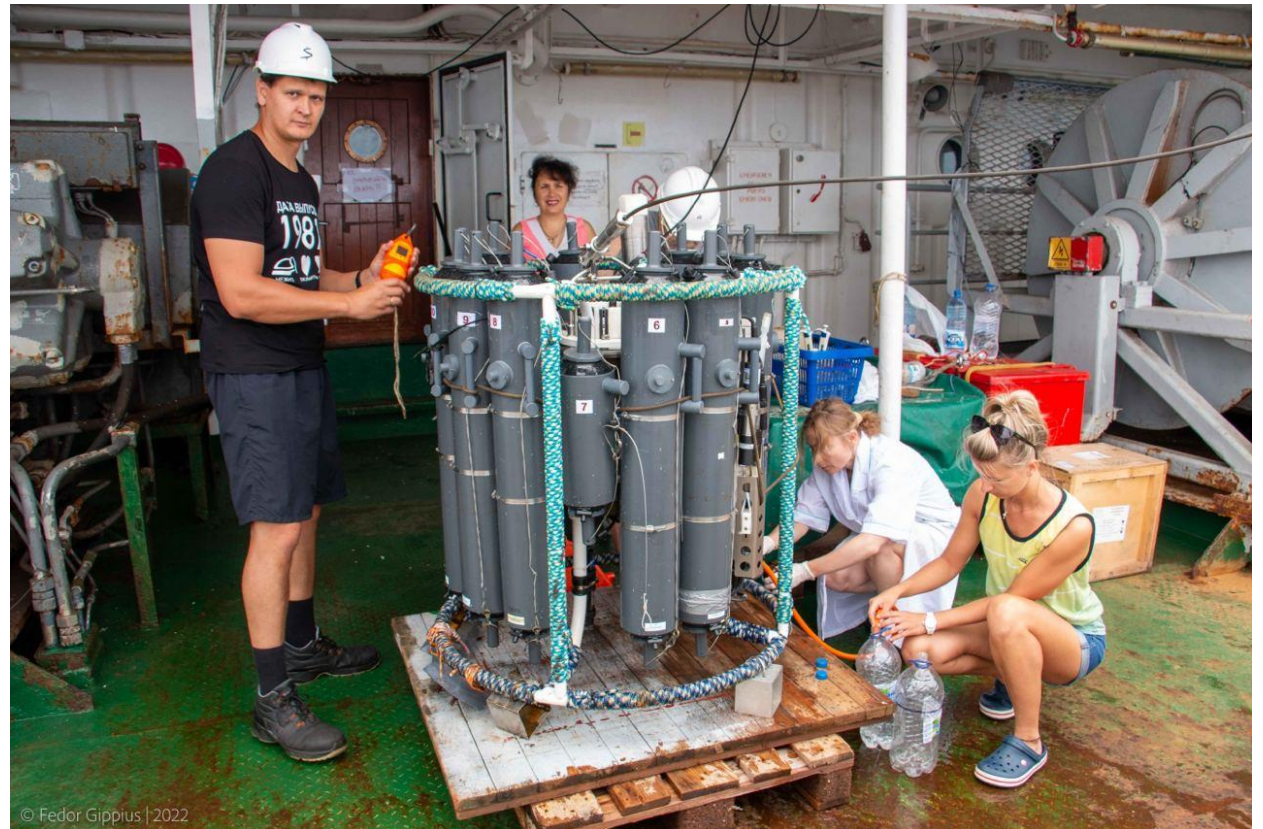
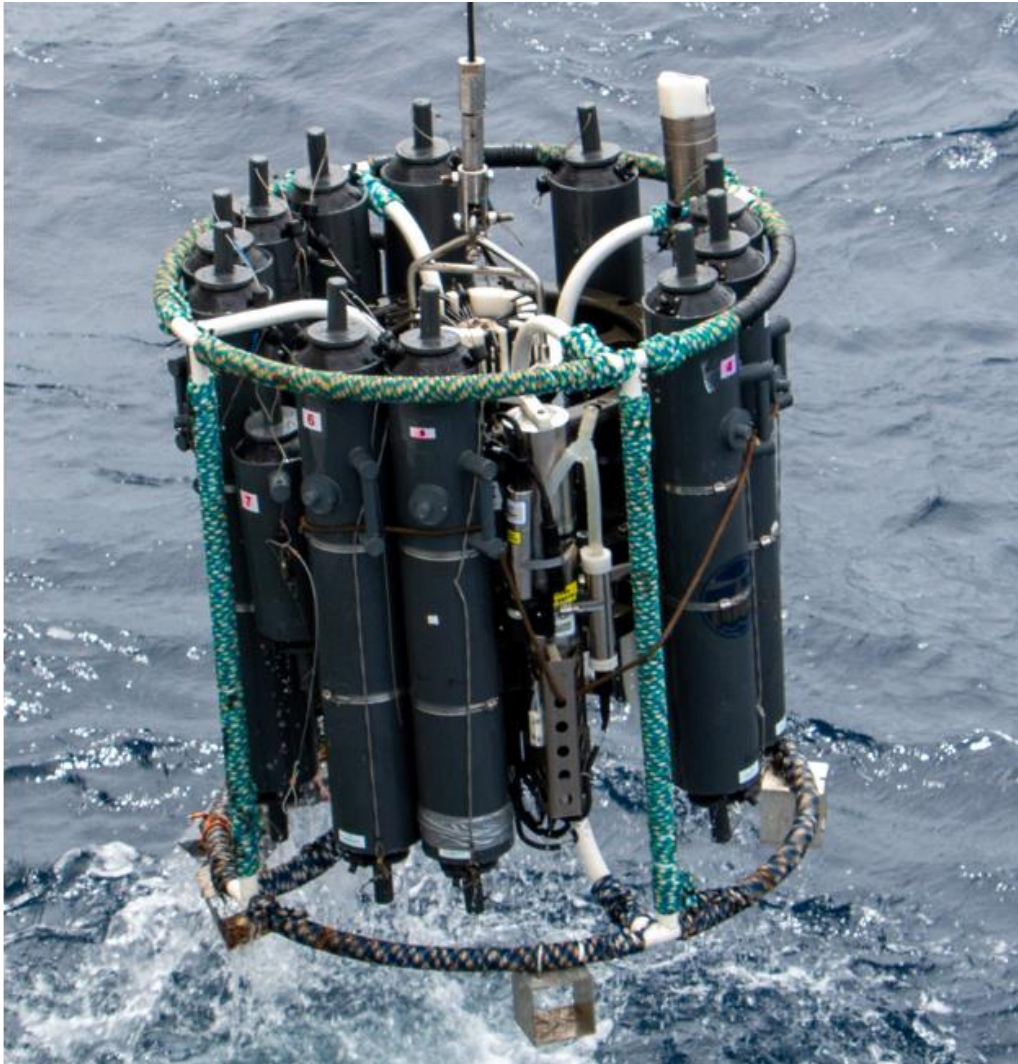
MEOP

Marine Mammals Exploring the Oceans Pole to Pole



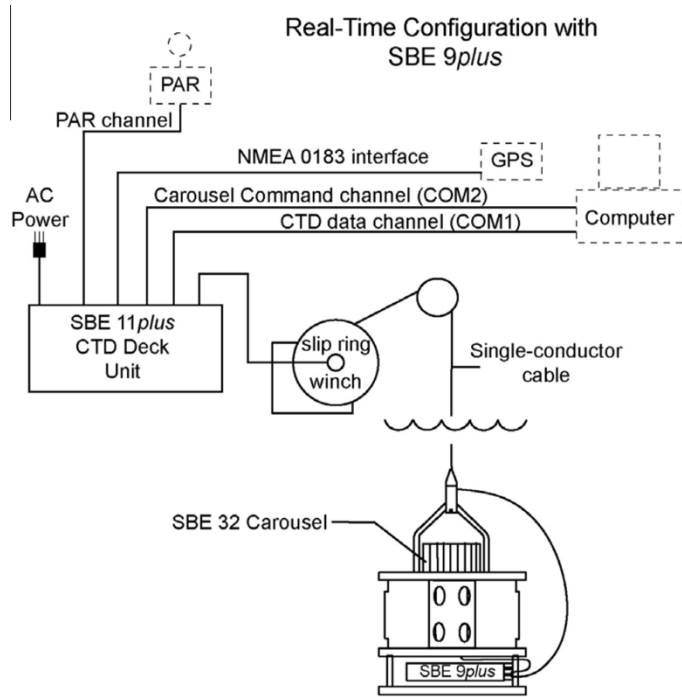
Пробоотборные комплексы (розетты)

SBE



Проботборные комплексы (розетты)

SBE

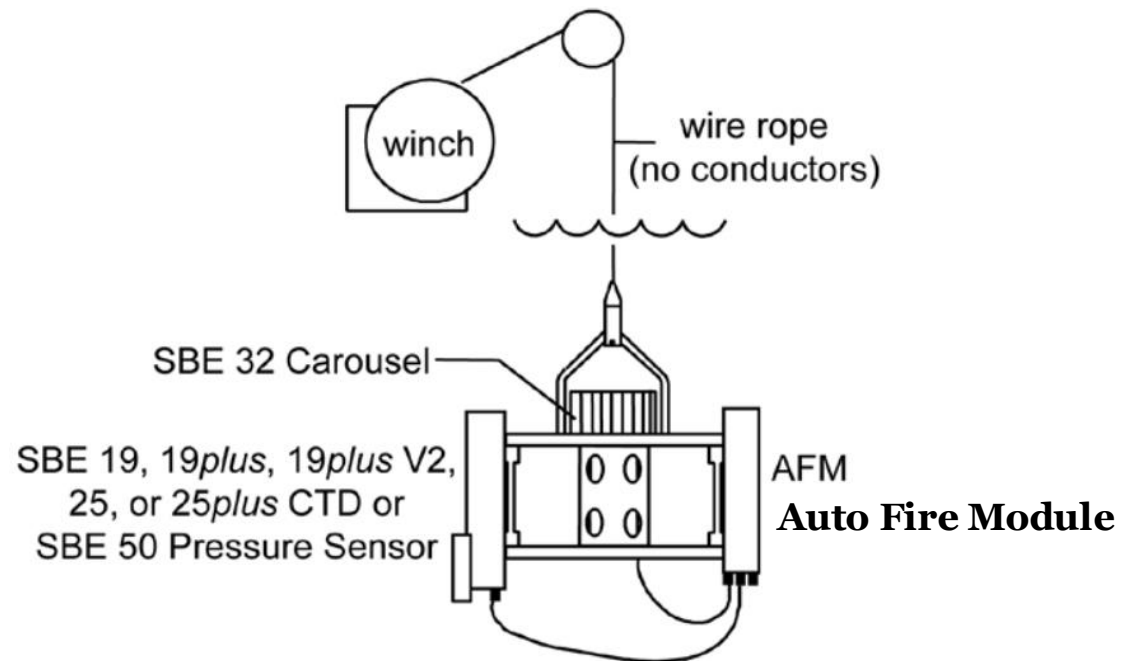


Real-Time Data Acquisition and Control



Пробоотборные комплексы (розетты)

SBE



Autonomous Data Acquisition and Control



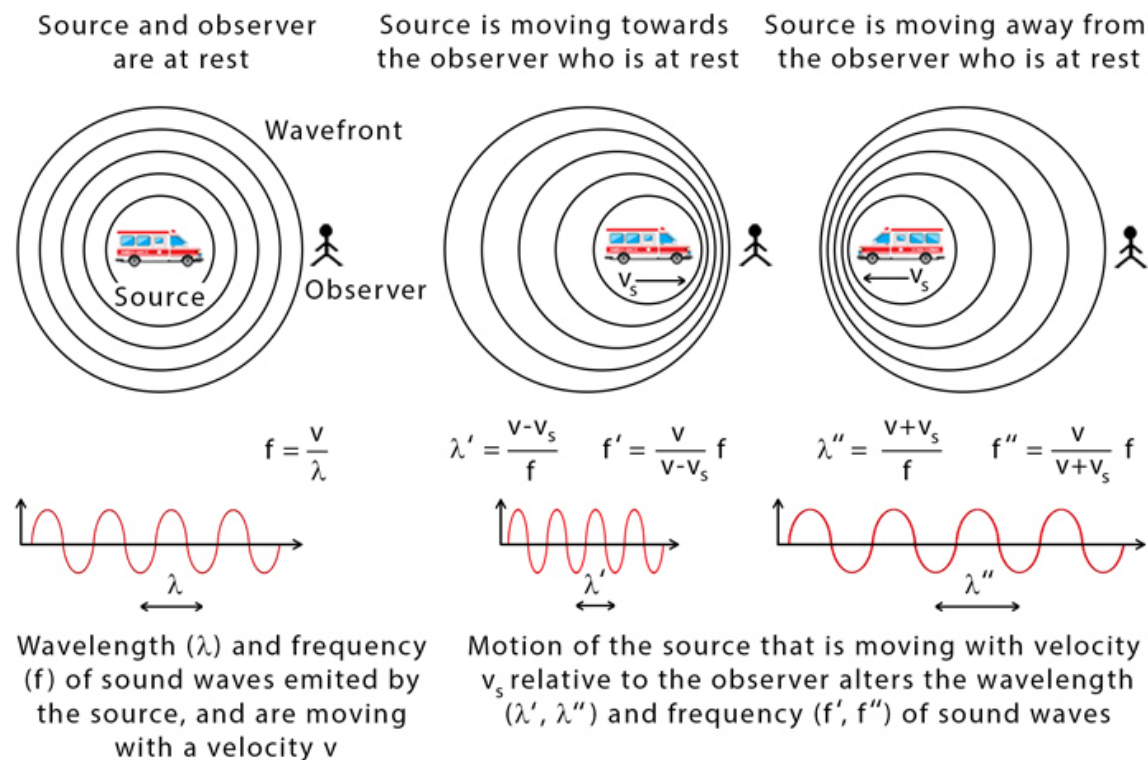
Измерения течений

- Принципы:
 - Эйлера – наблюдение из неподвижной точки
 - Точечные измерители течений
 - Профилографы течений
 - Лагранжа – наблюдение за движущимся предметом
 - Поплавки (дрифтеры)

Измерения течений

- Самый распространённый тип – акустические доплеровские измерители

Doppler Effect



Измерения течений

- Точечные измерители течений

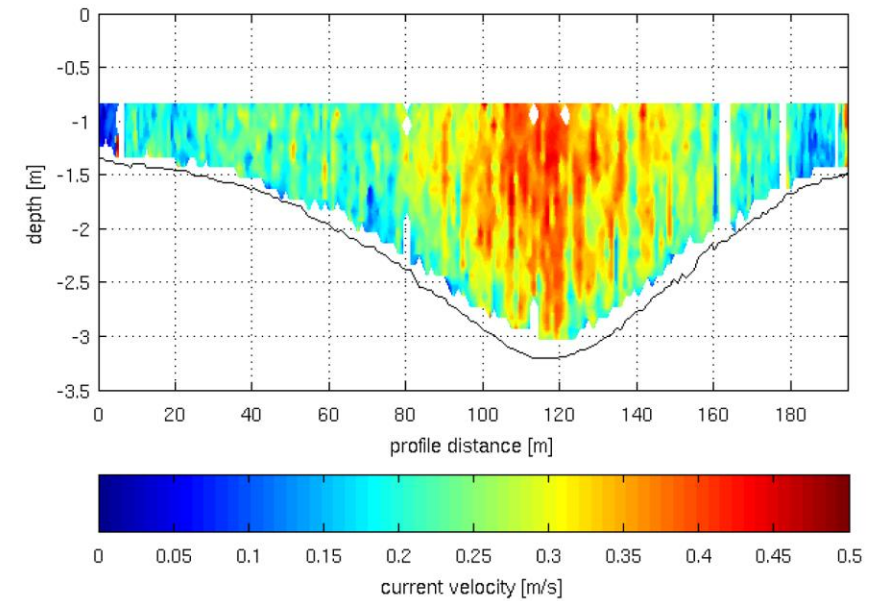
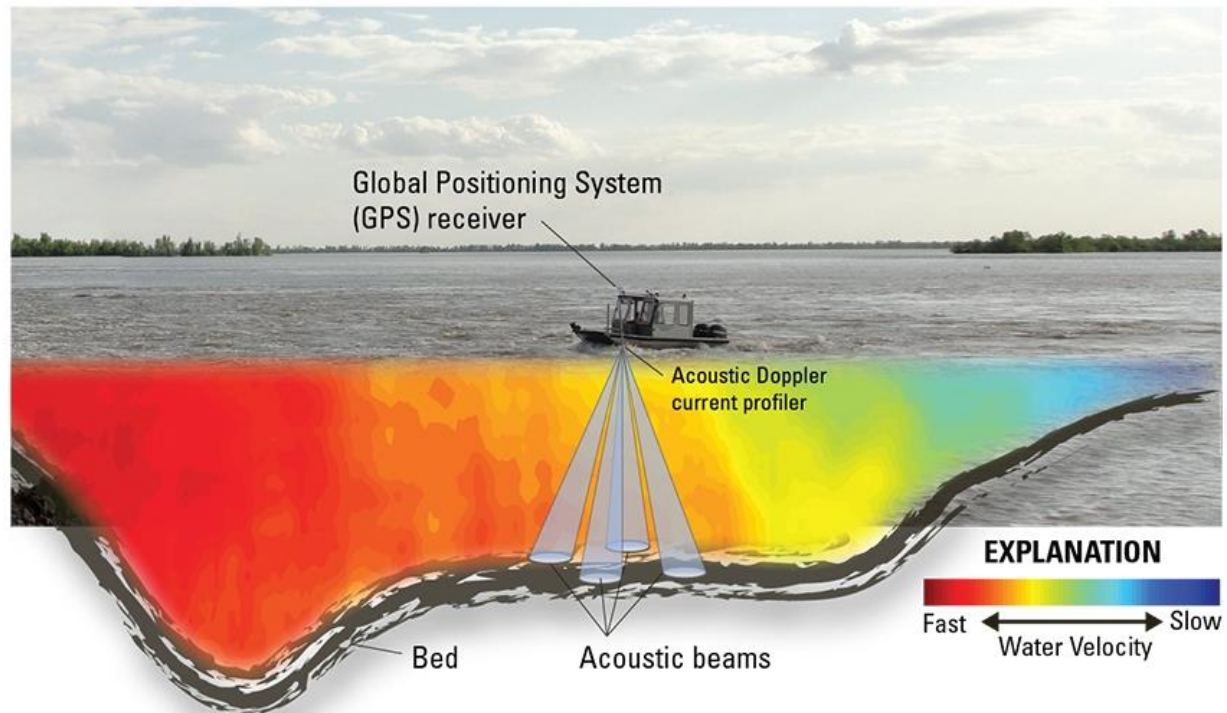


- Профилографы течений



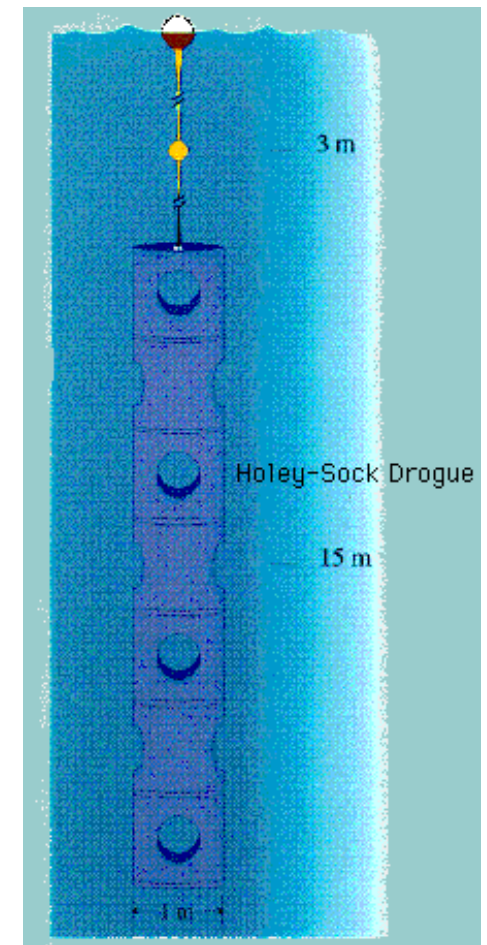
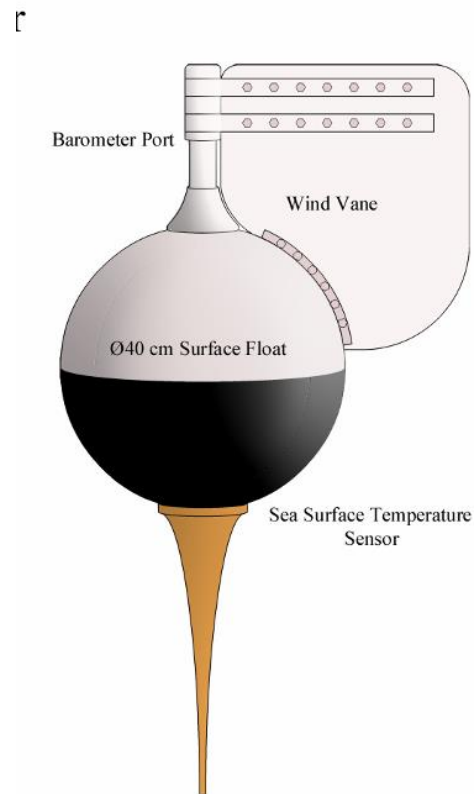
Измерения течений

- Профилографы течений



Измерения течений

- Поплавки (дрифтеры)

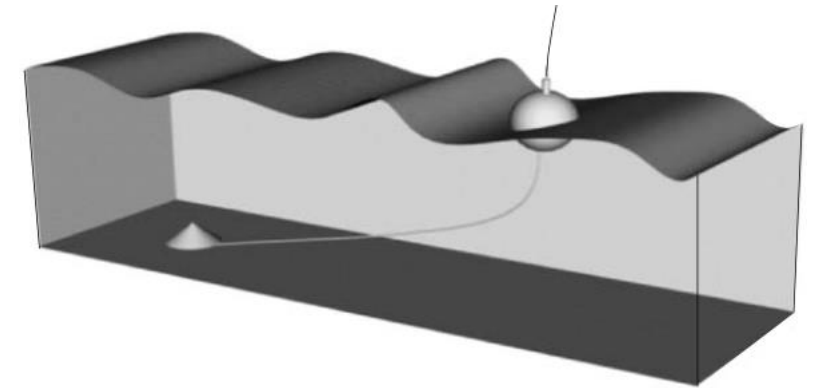


Измерения *in situ*

Волномерные буи



Datawell Waverider



[Holthuijsen, 2007]

Измерения *in situ*

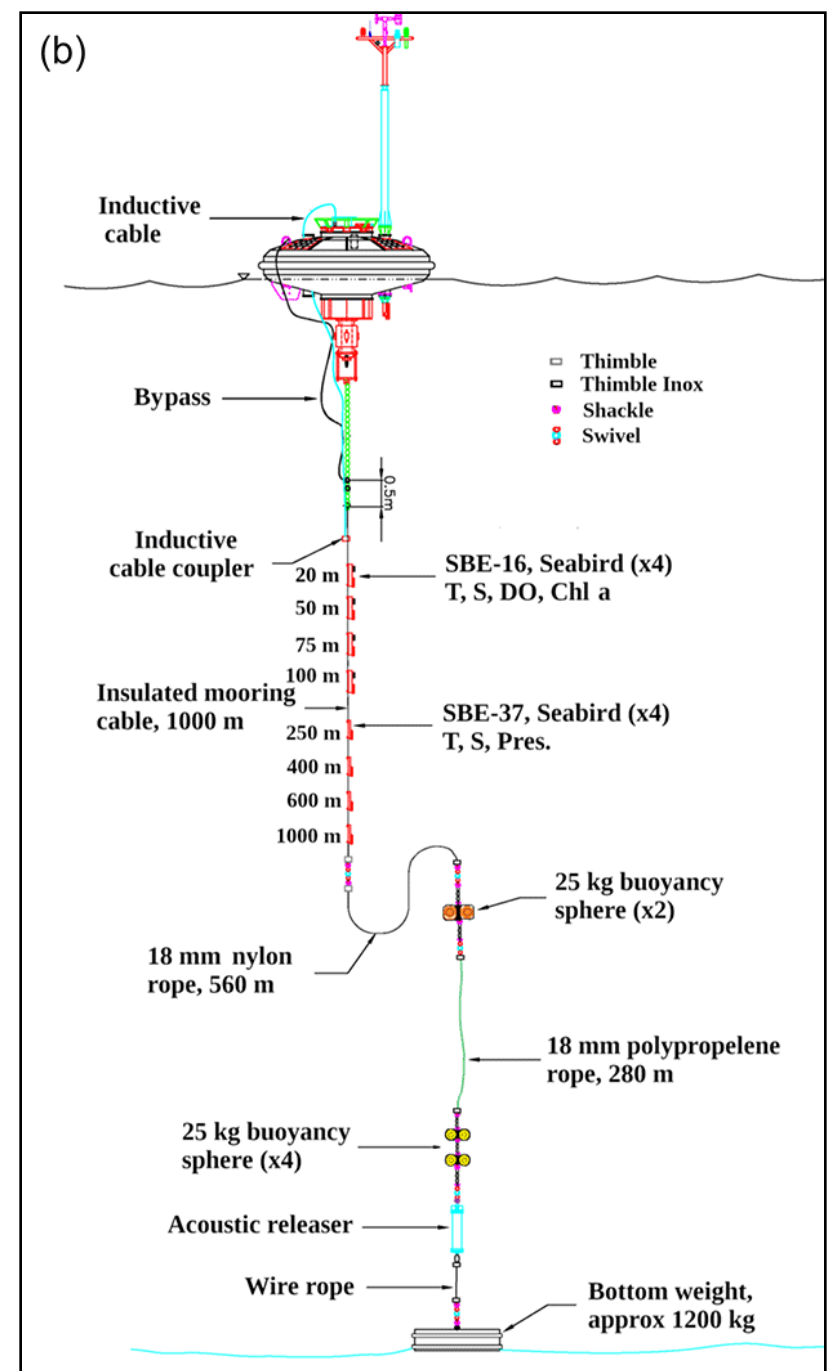
Волномерные буи



Oceanor Wavescan



Oceanor Seawatch



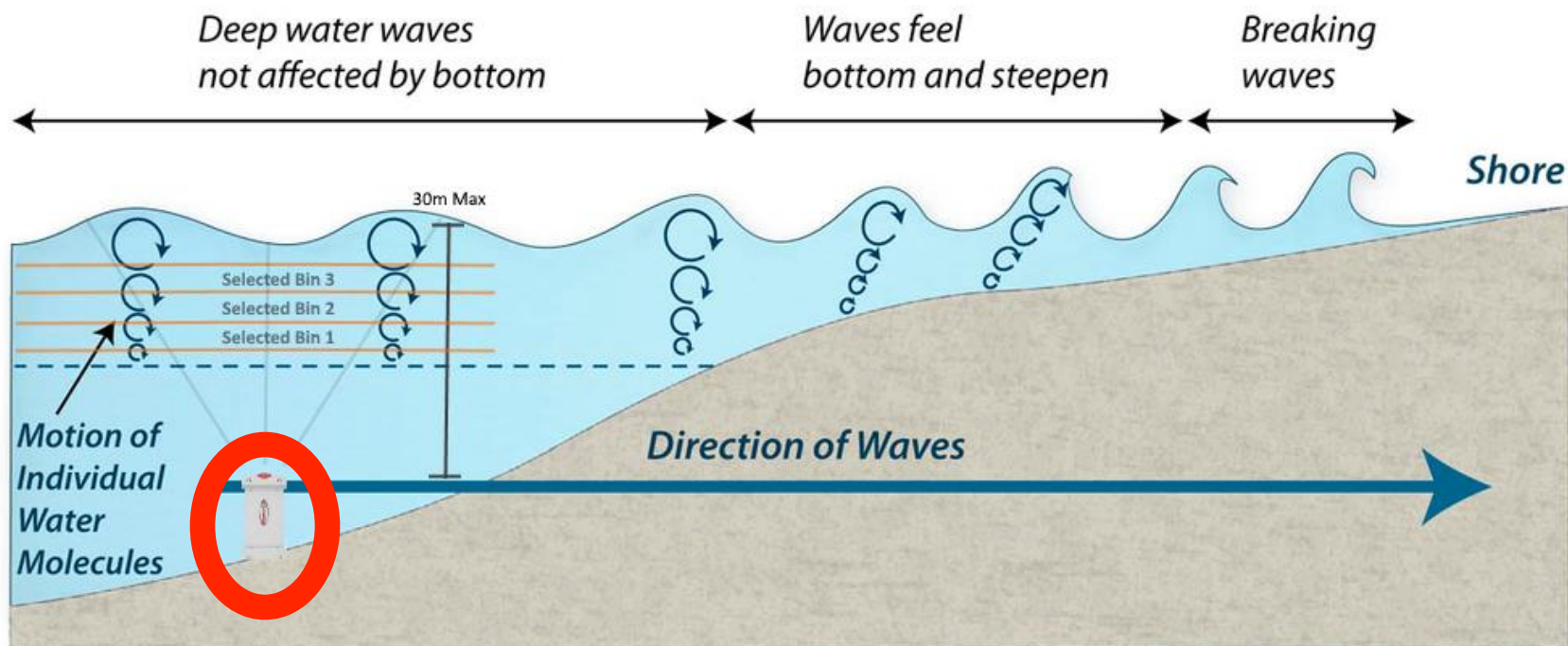
Измерения *in situ*

Волномерные буи



Измерения *in situ*

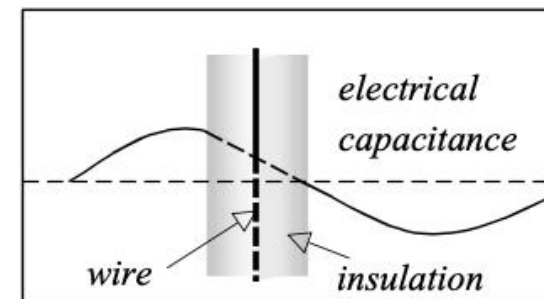
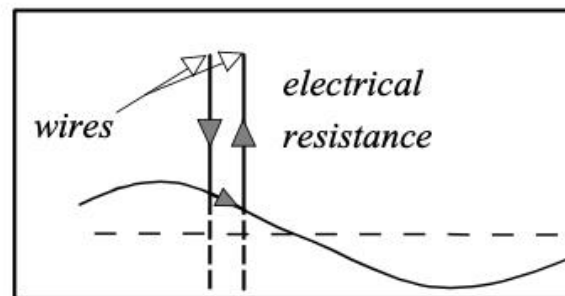
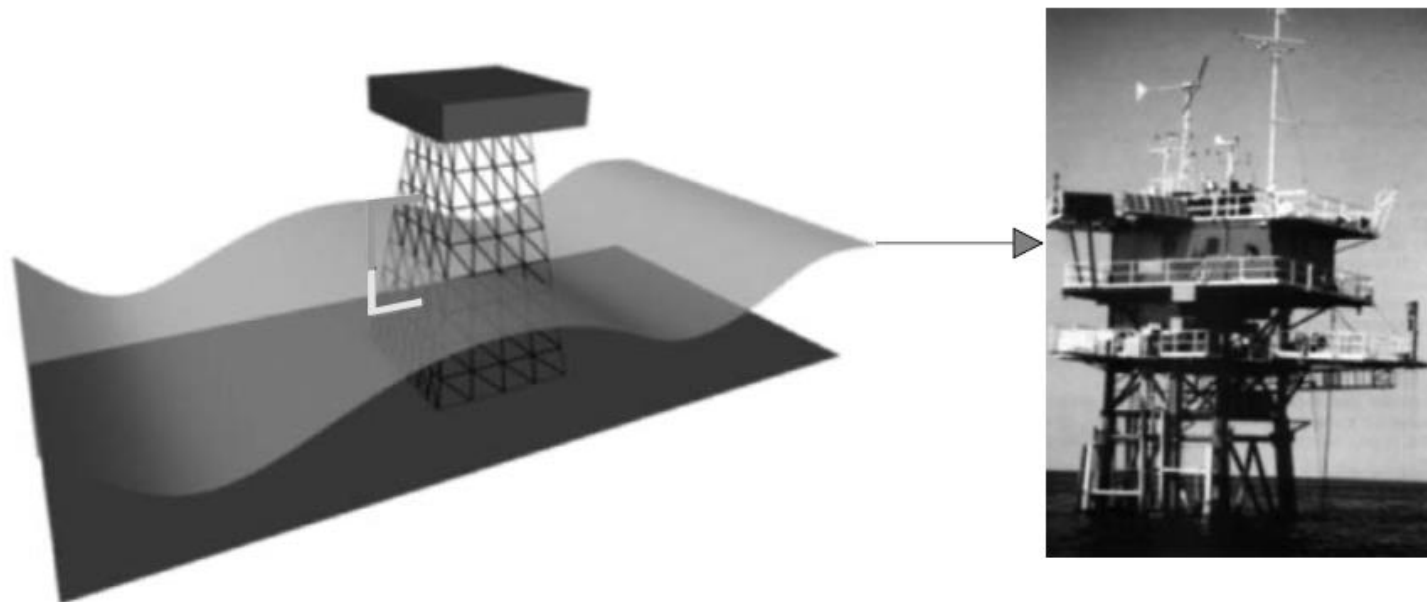
Акустические профилографы течений



Измерения *in situ*

Струнные измерители

Принцип работы -
изменение электрического
сопротивления от
частичного погружения
провода в воду



[Holthuijsen, 2007]

Дистанционные измерения

Акустические и лазерные измерители



Log_a level

Принцип измерения - акустический
сигнал

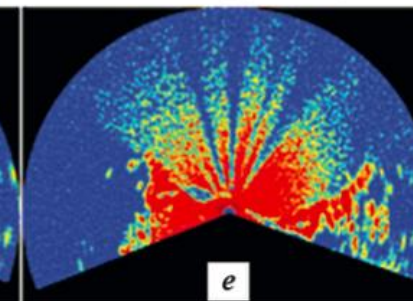
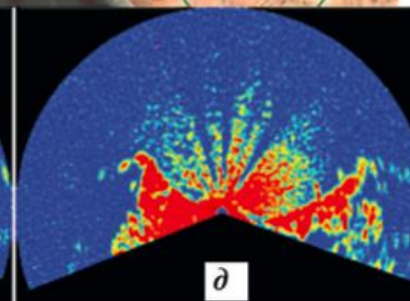
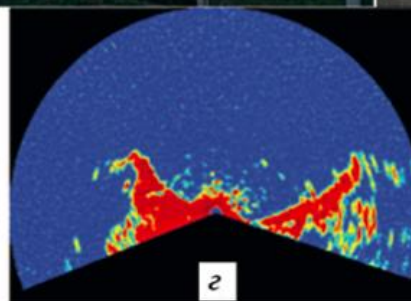
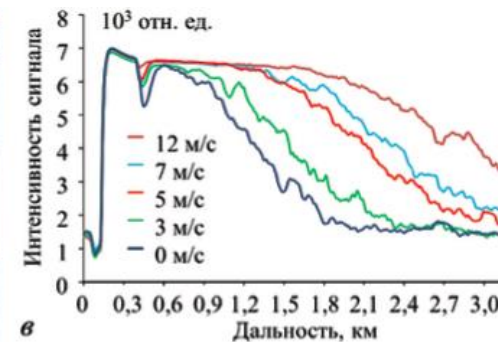


RIEGL

Принцип измерения - лазерный луч

Дистанционные измерения

Радиолокация



[Гарбацевич и др., 2018]