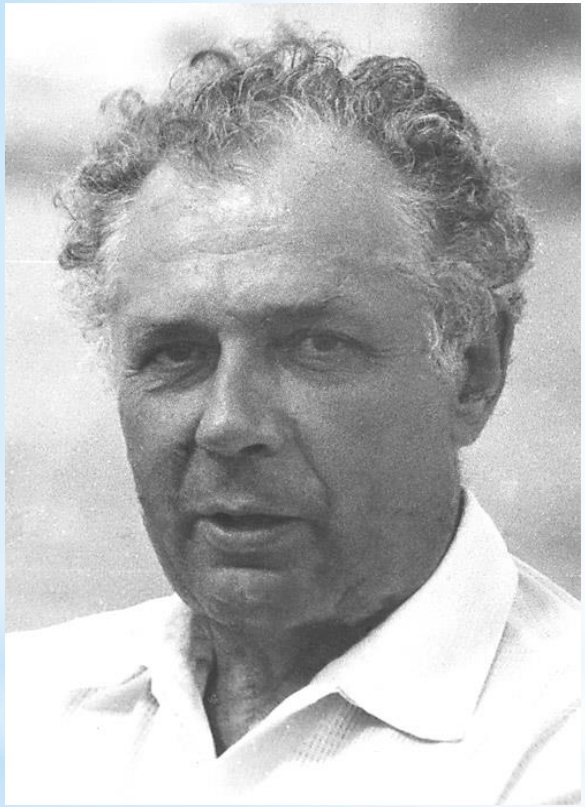


(1930 – 1994)

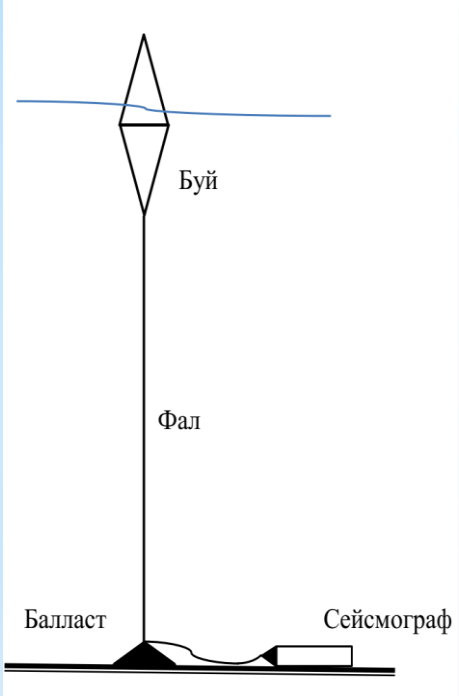
ИОРАН
(1978 -1994)

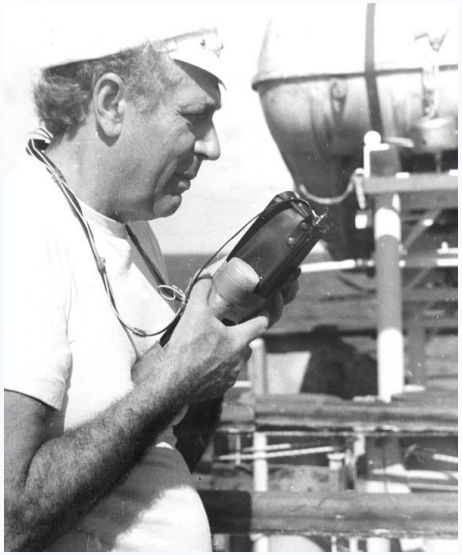
Академик СергейСоловьев

и морская сейсмология

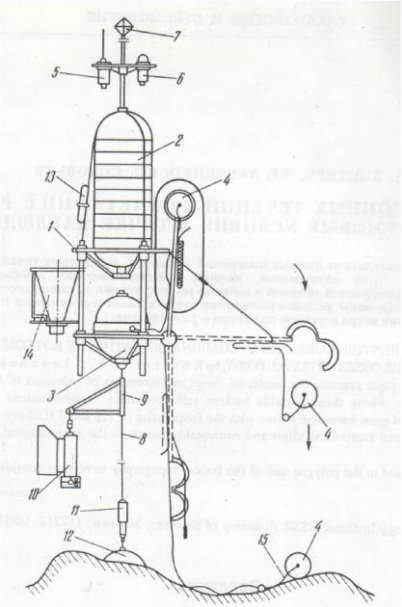
Первые донные сейсмографы (аналоговые)

Буйковый донный сейсмограф

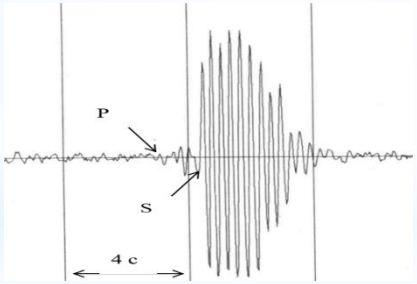




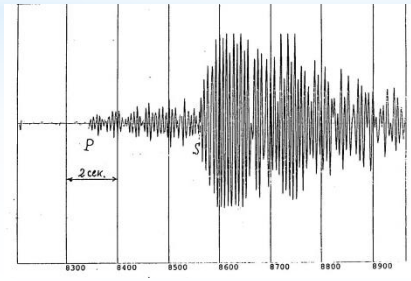
Автономная поплавковая донная самовсплывающая сейсмостанция (АДСС)

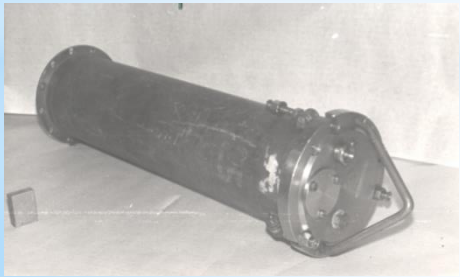


Запись местного землетрясения



Запись регионального землетрясения

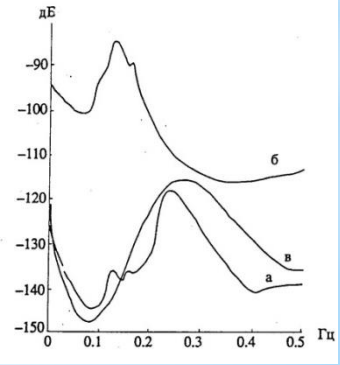




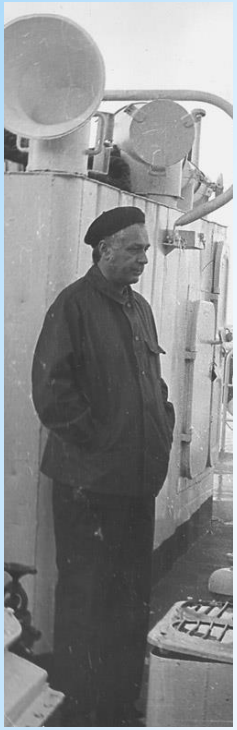
Районы исследований:

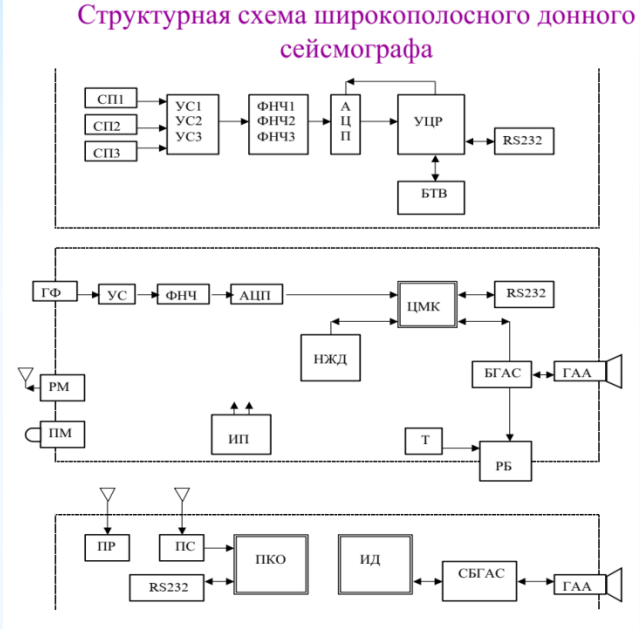
Оз. Байкал,
Средиземное море.
Черное море,
Балтийское море,
Адриатическое море,
Атлантический океан,
Тихий океан
(Калифорния)

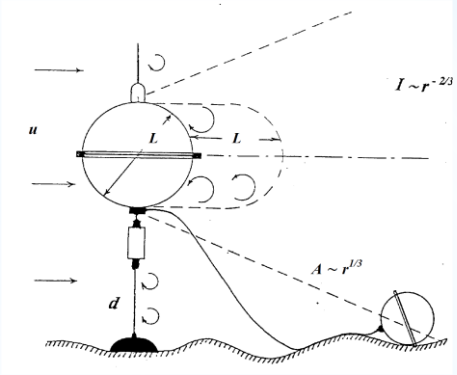
Спектры морских волн (вверху) и микросейсм (Эксперимент в Эгейском море, 1989 г.)

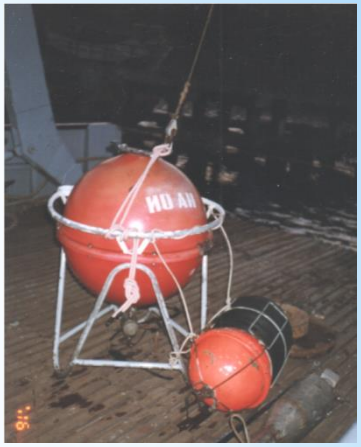


Широкополосный цифровой автономный донный сейсмограф (ШАДС)





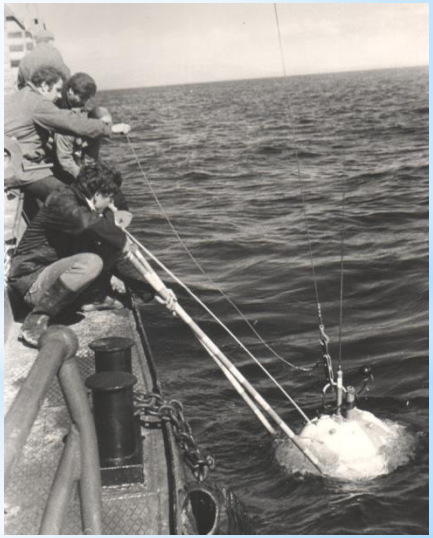


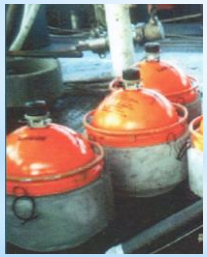


Районы исследований:

Черное море
(Крым, Кавказ)
Баренцево море
Море Лаптевых
Атлантический океан
(Азорские о-ва)

Подъем всплывшего сейсмографа на палубу





Отличительные особенности:

1. Двухмодульная конструкция с выносным блоком сейсмоприемников (разнос до 50 м)
2. Трехкомпонентный электрохимический сейсмоприемник с кардановым подвесом
3. Возможная автономность применения блока сейсмоприемников
4. Обтекаемая форма корпусов

Технические характеристики:

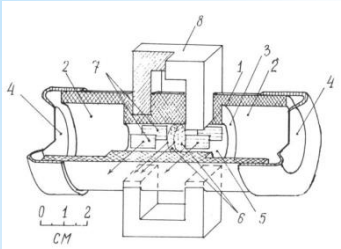
1. Частотный диапазон регистрации	от 0,003 до 20 Гц
2. Порог чувствительности (на частоте 1 Гц)	10^{-8} м/с
3. Динамический диапазон измерений	110 дБ
4. Время непрерывной регистрации	до 6 мес.
5. Потребляемая мощность	2 Вт
6. Максимальная глубина погружения	6000 м
7. Общий вес (без балласта)	80 кг

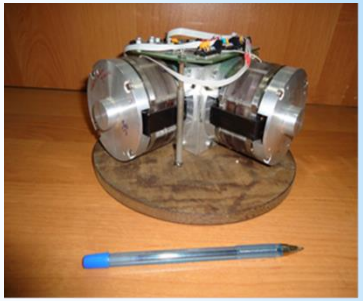
Электрохимические (молекулярно-кинетические) сейсмоприемники

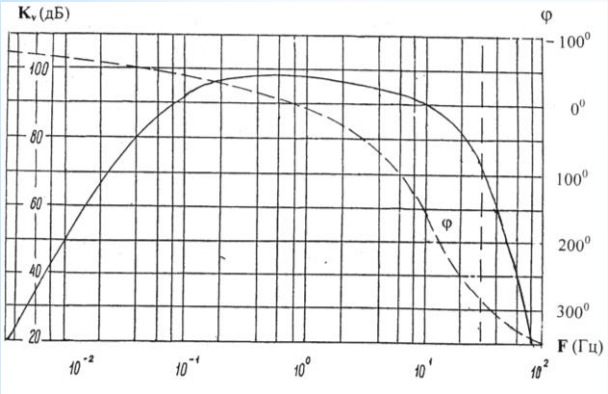
ЭХП-17, , Институт электрохимии РАН, СКТБ Мол.АН

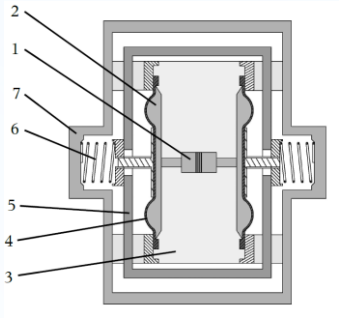
СМЕ-4111-3х, ЦМЭ МФТИ)

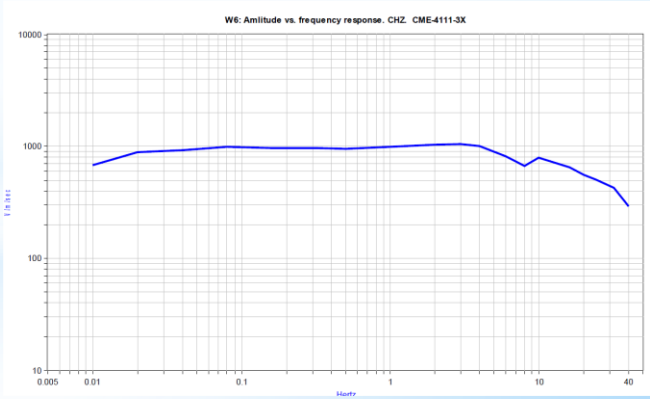
Блок сейсоприемников ШАДС











Тип	Частотный диапазон (Гц)	Динам. диапазон (дБ)	Коэффиц. преобраз. (Вс/м)	Порог чувств. 0,1 Гц (м/с)	Мощн. питания (Вт)	Вес (кг)
ЭХП-17	0,003 - 10	110	3000	10^{-8}	0,1	3
СМЕ-4111	0,01 - 30	120	2000	10^{-8}	0,1	5,1
STS-1	0,003 - 5	140	2400	10^{-9}	5	20
CMG3T	0,01 - 70	120	1500	10^{-8}	3	5
KS54000	0,01 - 4	120	1500	10^{-9}	3	10

ЭХП-17 – Институт электрохимии РАН, СМЕ4111 – Физико-технический институт (Россия), STS-1 - Streckeisen Messgeratebau (Швейцария), CMG3T – Guralp Systems Limited (Великобритания), TeledinKS54000, Geotech Instruments (США)

Взаимодействие корпуса сейсмографа с мягким дном (Coupling-Effect)

Спектры микросейсм на дне и на суше

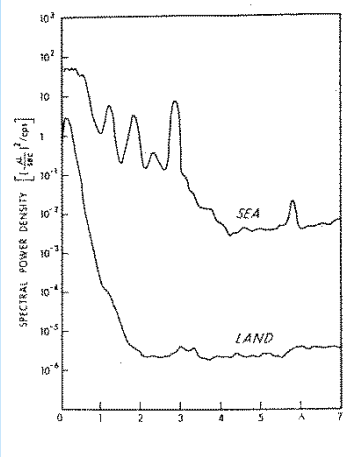
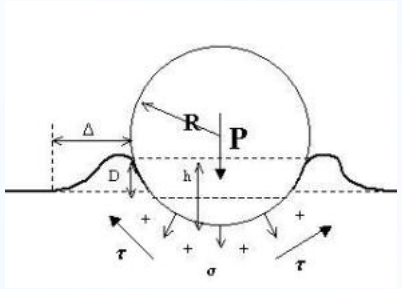
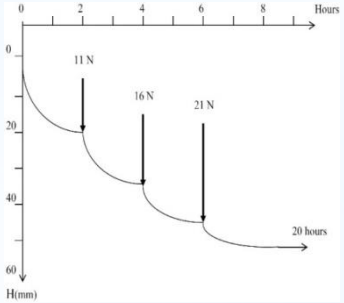


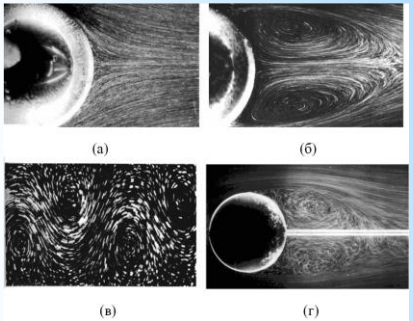
Схема взаимодействия корпуса сейсмографа с вязким дном

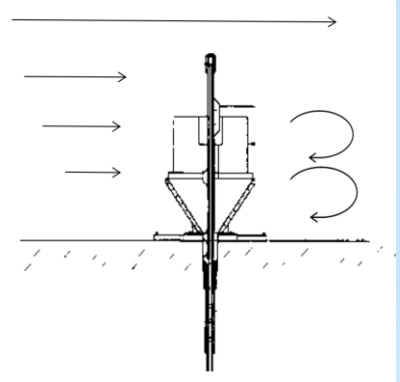


Зависимость глубины погружения корпуса от времени (при разной нагрузке)

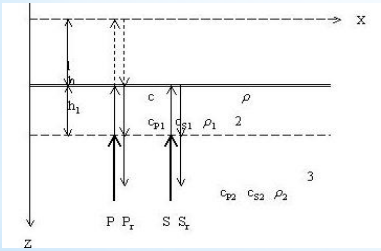


Придонные течения





Структура слоистого дна



Закон Бингхема

$$\tau = \tau_o + \eta \frac{dv}{dl}$$

τ – напряжение сдвига (Па), η – динамический коэффициент вязкости (Па с), v – скорость (м/с), l - толщина активного слоя (м), $\beta_{рел}$ - время релаксации (с), μ = модуль сдвига (Па)

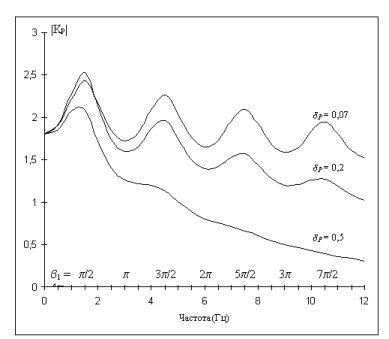
Критерий Ландау:

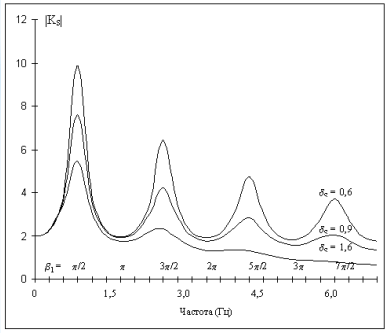
$$\omega\beta_{рел} > 1$$

$\omega = 2\pi(0.01 - 20$ Гц), $\beta_{рел} = 1 - 25$ час

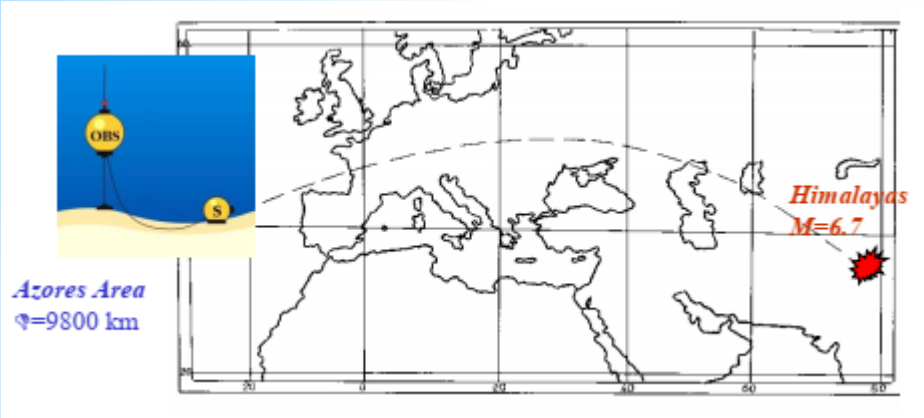
$\omega\beta_{рел} \approx (200 - 10^7)$

Коэффициенты передачи слоистого дна для *P* и *S* волн

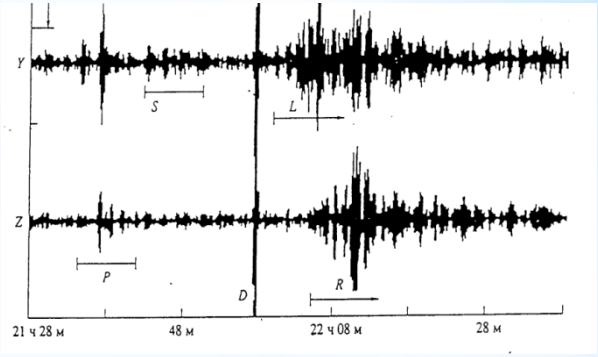




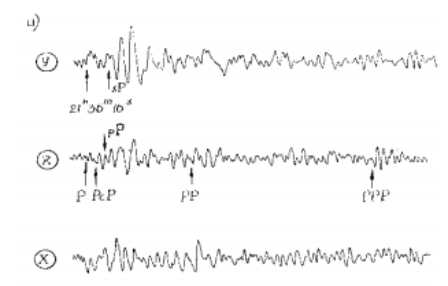
Регистрация землетрясений сейсмографами ШАДС



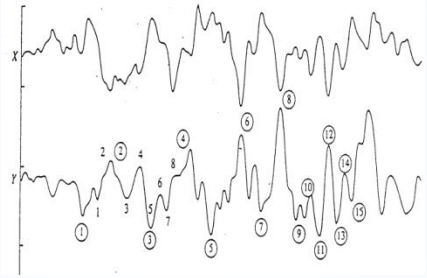
Сжатая запись Гималайского землетрясения
19 окт. 1991 г., M=6.7, φ=9800 km



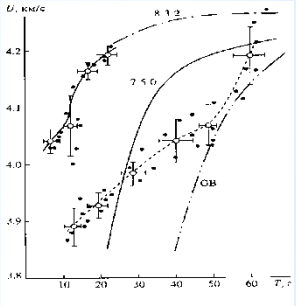
Развернутая запись Гималайского землетрясения



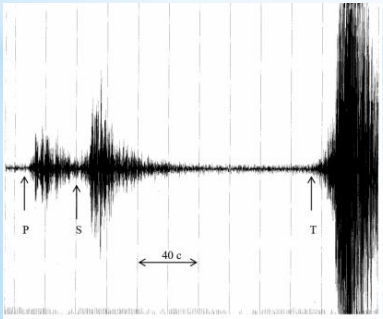
Развернутая запись волн Лява



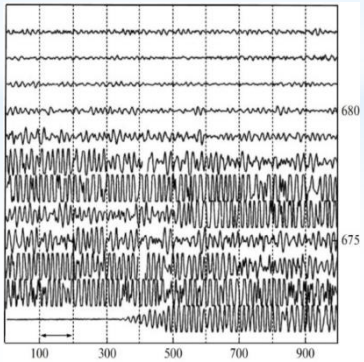
Дисперсионные кривые волн Лява



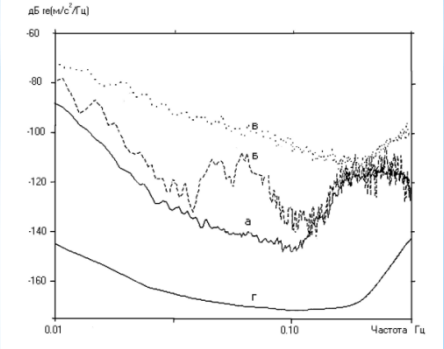
Запись афтершока Турецкого землетрясения
17 авг. 1999 г., Мраморное море
(ШАДС, Черное море, фазы *P*, *S*, *T*)



Запись сотрясения от подводного оползня, шельф Сев. Кавказа



Спектры микросейсм,
Гималайского землетрясения,
шумов квантования ШАДС



Проблемы и перспективы создания глобальной системы сейсмологических наблюдений суша - океан

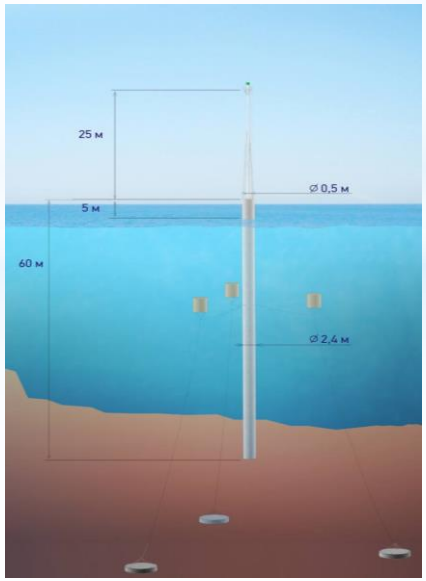
В последней работе «Достижения и проблемы морской сейсмологии», которую Сергей Леонидович не успел завершить, он высказал соображения о необходимости создания глобальной системы донных сейсмологических наблюдений с целью более адекватного изучения сейсмичности Земли.

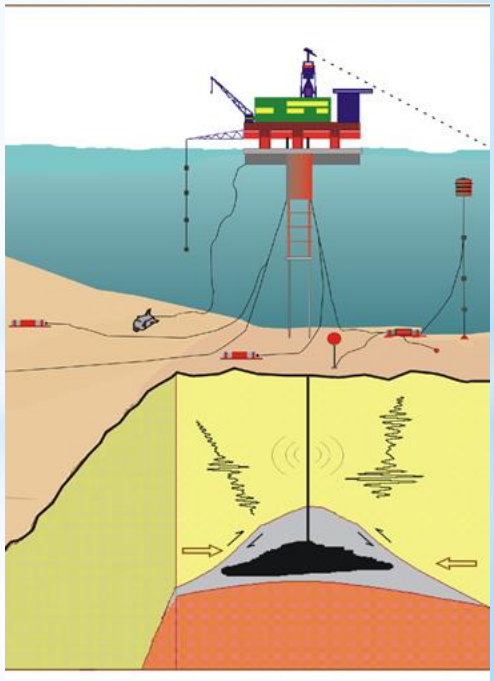
Это соображение основано на том факте, что около 80% всех землетрясений происходит под дном океанов и морей, а эпицентры самых сильных, сопровождающихся разрушительными волнами цунами, находятся в прибрежных зонах субдукции.

Сеть наземных станций регистрирует донные землетрясения с большими искажениями оценок энергетики, плановых координат и глубины, что существенно затрудняет изучение динамического состояния Земных недр.

Перспективные разработки:

1. Кабельных донных сейсмографов
2. Стационарных стабилизированных трансляционных буев
3. Региональных сейсмологических сетей, связанных с морскими производственными объектами





Спасибо за внимание