

**М.А.Спиридонов, Д.В.Рябчук, В.А.Жамойда, А.Г.Григорьев,  
(ВСЕГЕИ, С.-Петербург),**

**Л.Л.Сухачева (НИИКАМ, С.-Петербург)**

**Daria Ryabchuk, Mikchail Spiridonov, Vladimir Zhamoida, Andrey  
Grigoriev (VSEGEI, St.Petersburg)**

**Leontina Sukhacheva (НИИКАМ, St.Petersburg)**

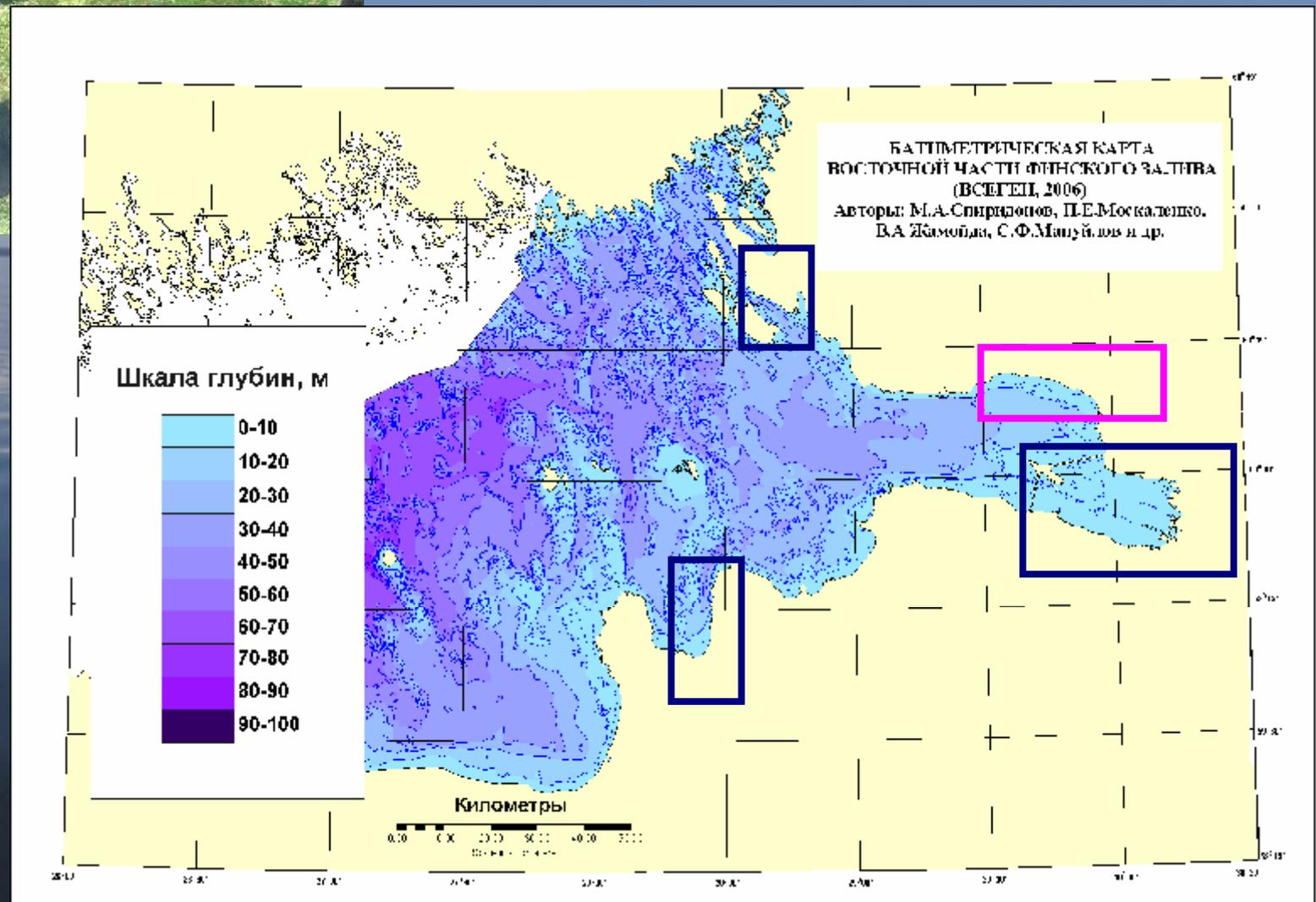
**Воздействие гидротехнических работ на  
седиментационные процессы в  
восточной части Финского залива  
Impact of hydrotechnical constructions on  
the sedimentation processes of the Eastern  
Gulf of Finland**

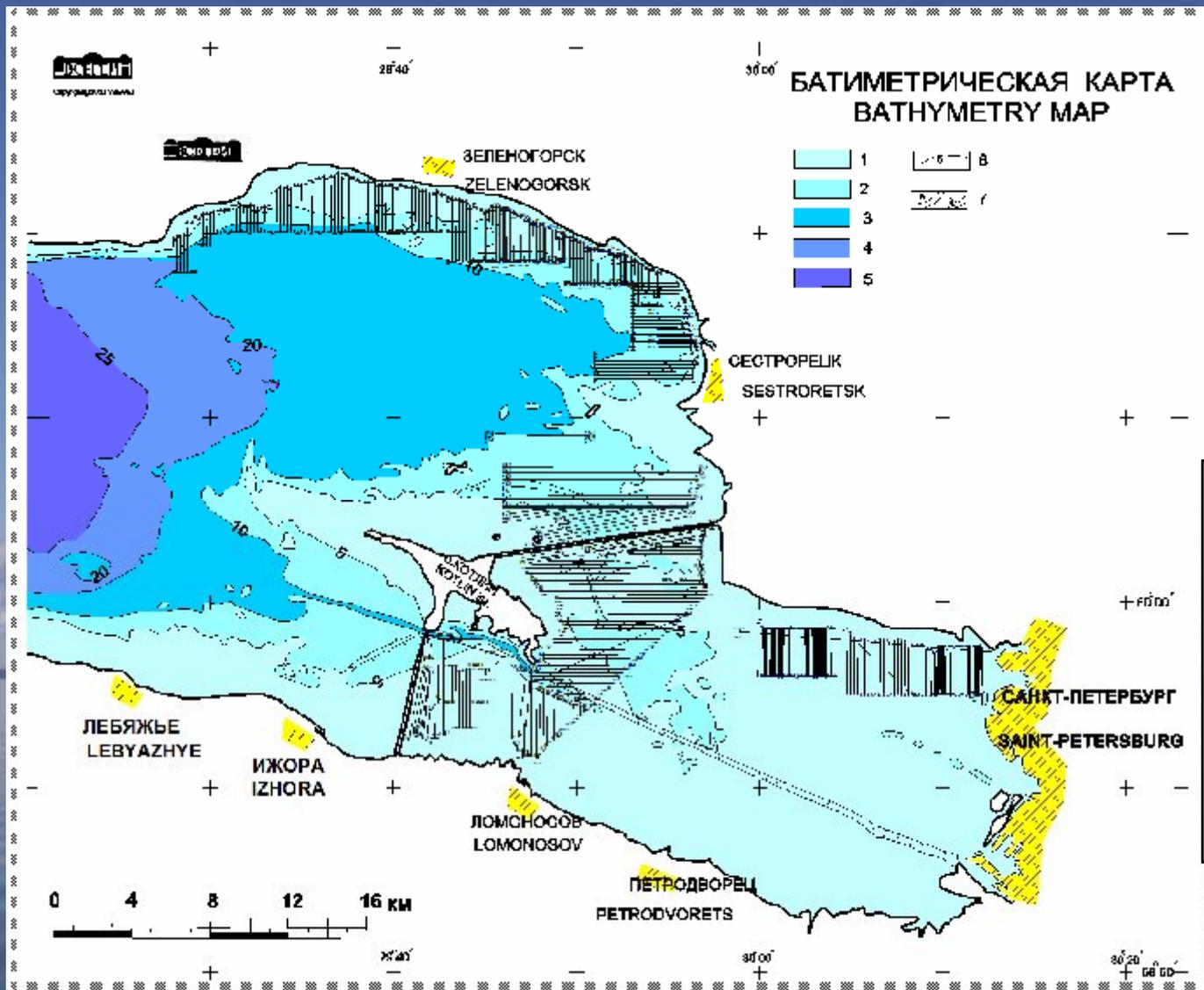
# Gulf of Finland

Финский залив



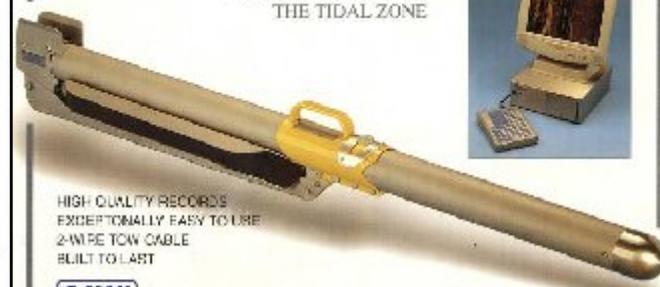
Балтийское море  
Baltic Sea





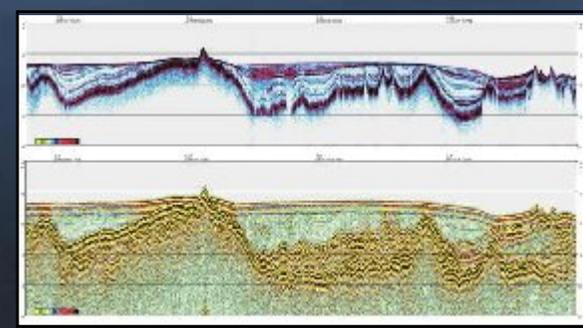
**The CM2 Sidescan Sonar System**

TRUE DIGITAL IMAGES  
FROM DEEP WATER TO  
THE TIDAL ZONE



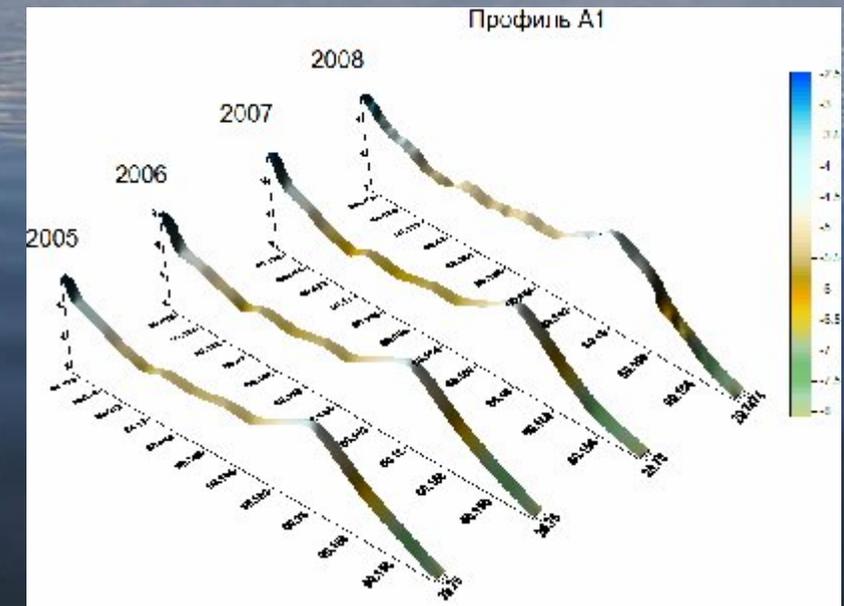
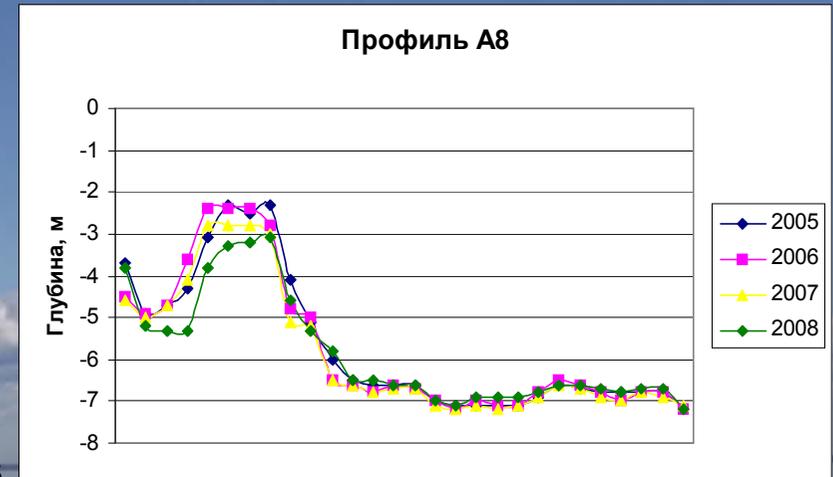
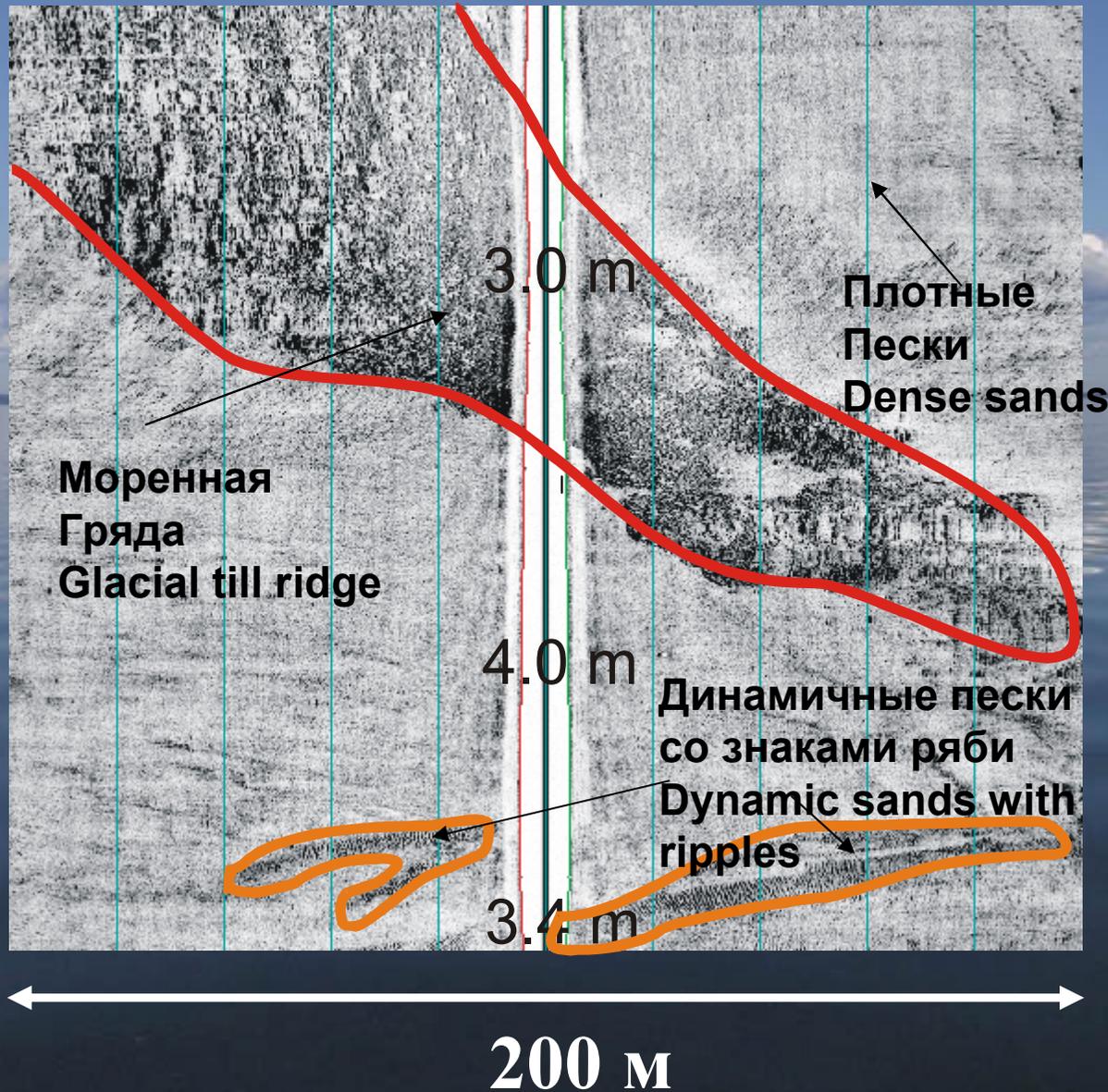
HIGH QUALITY RECORDS  
EXCEPTIONALLY EASY TO USE  
2-WIRE TOW CABLE  
BUILT TO LAST

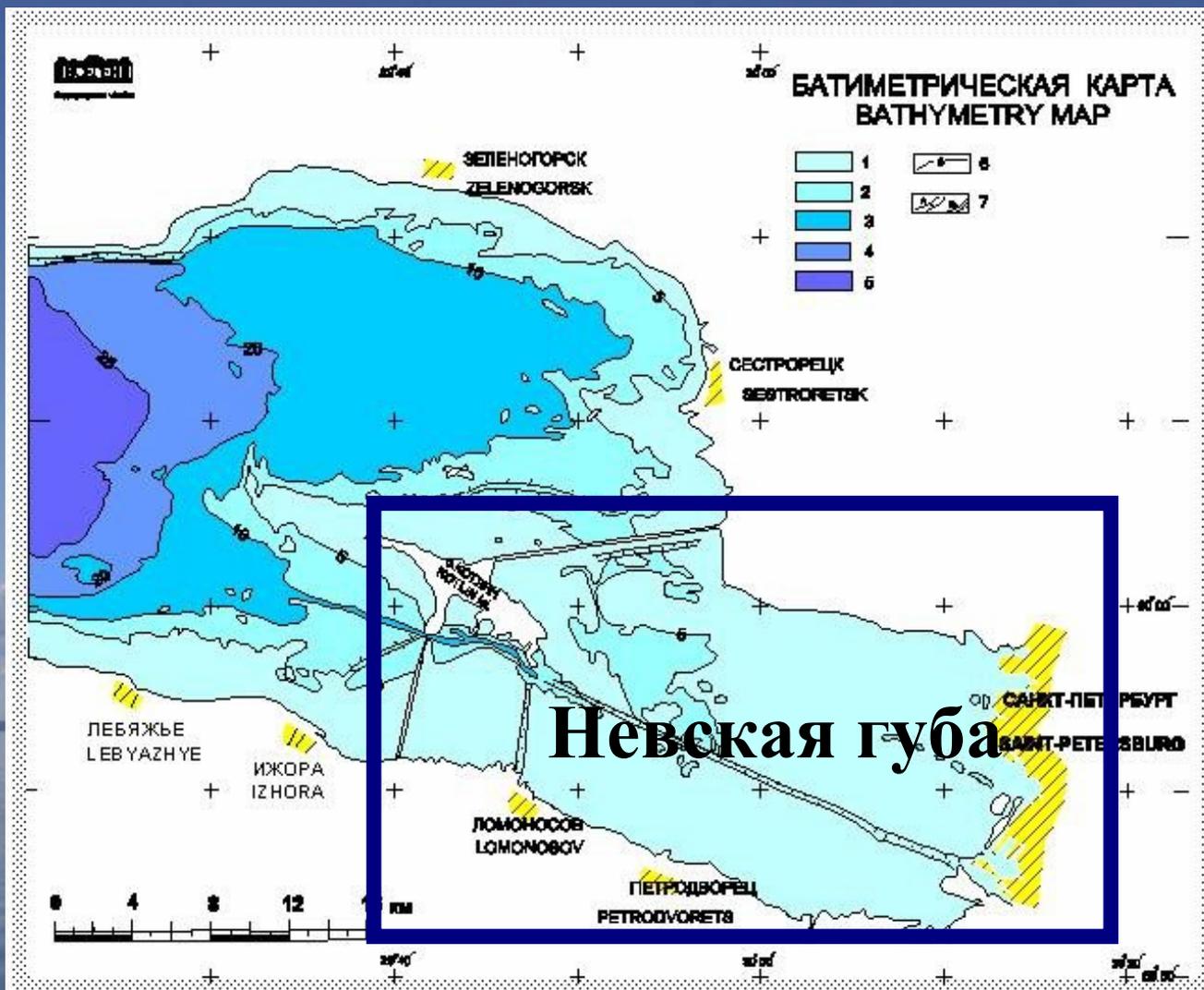
**C-MAX**



# Методы: профилирование ГЛБО, эхолотирование, донный пробоотбор

Methods: side-scan sonar profiling, repeated echo-sounding,  
sediment sampling



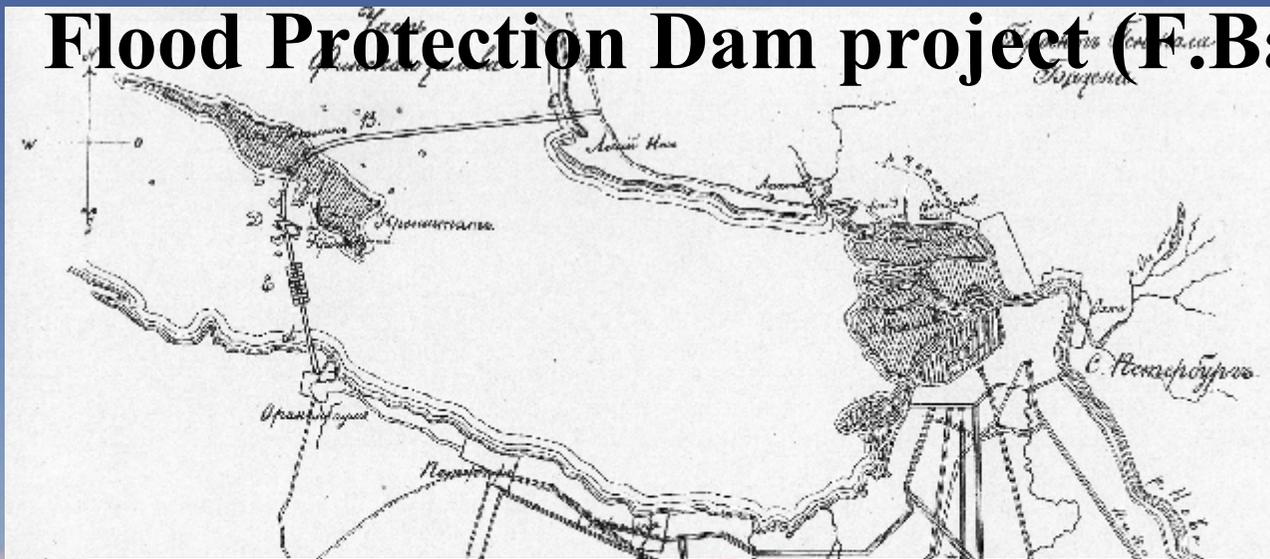


**Length - 21 km;**  
**Maximal wideness - 15 km;**  
**Water surface area - 329 km<sup>2</sup>;**  
**Water mass volume - 1.2 km<sup>3</sup> ;**  
**Surface water current - up to 10 cm/sec;**  
**Maximal natural depths – 5-6 meters;**  
**Salinity - 0.3 – 1.0‰.**

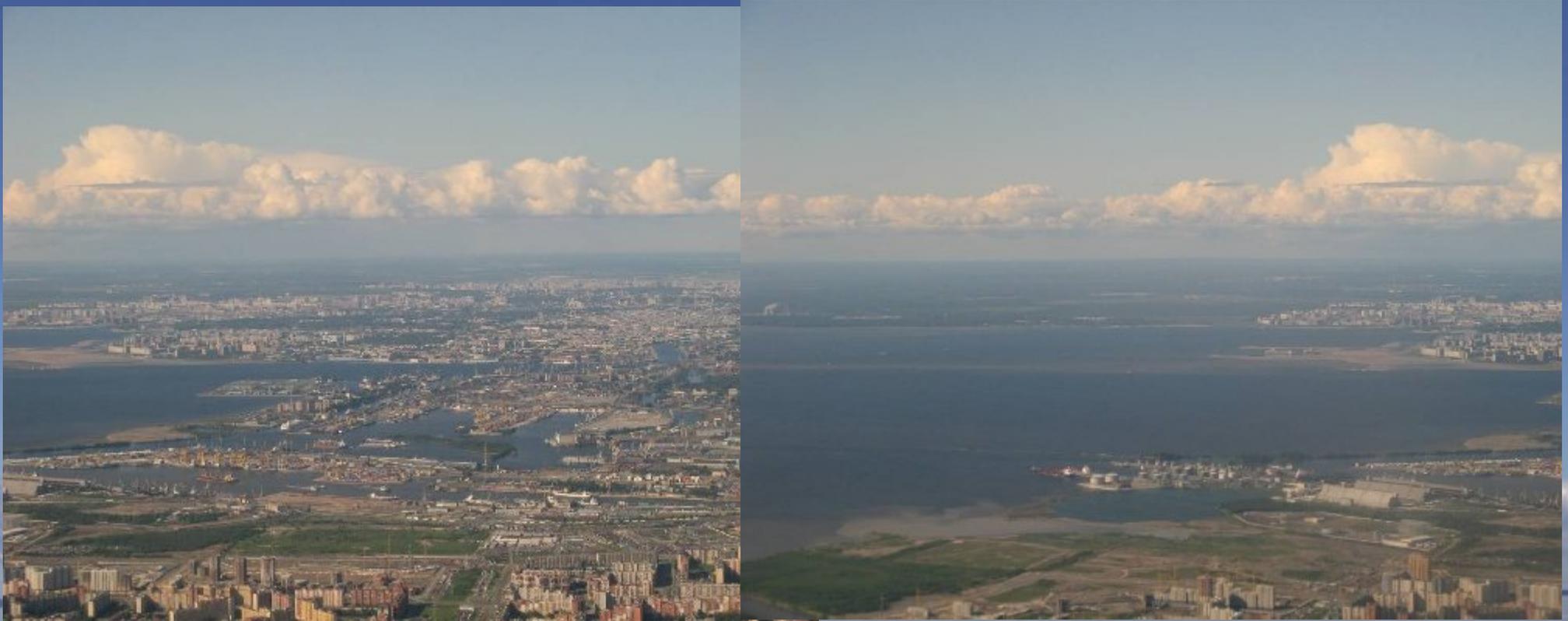
На искусственных островах было построено 17 фортов. В 1885 году был сооружен Морской канал, глубины в котором достигают 12 м.  
 17 artificial islands (fortresses) have build since 1704. In 1885 the Marine Ship-Channel (12 m deep) was constructed.

# Проект защитной дамбы, Ф.Базен, 1825

## Flood Protection Dam project (F.Bazen)

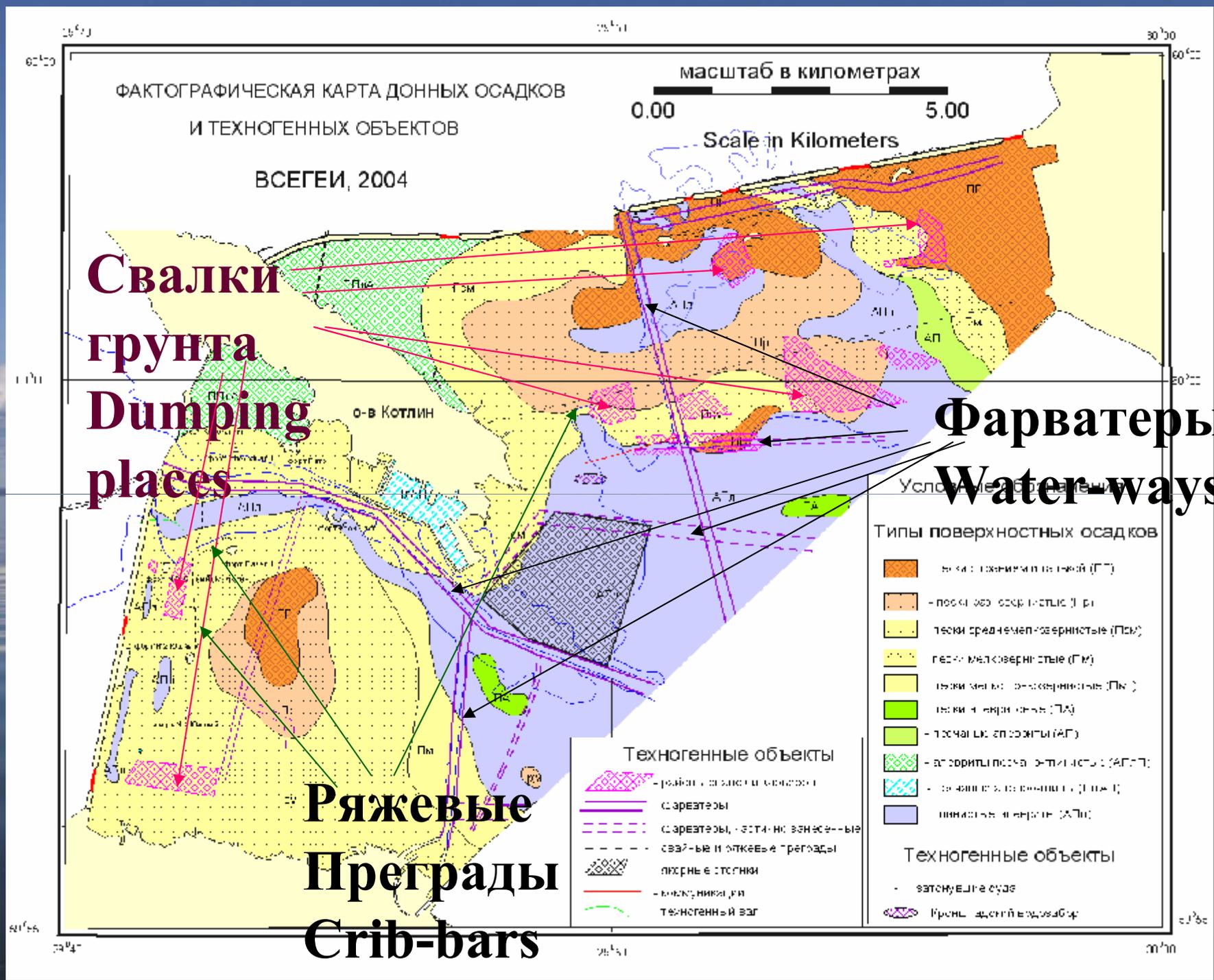


Комплекс защитных сооружений С.-Петербурга от наводнений



**На площади 476,7 га образуется новая территория, под строительство более 4 млн. кв.м недвижимости, и создание морского пассажирского порта, который сможет принимать круизные и паромные суда длиной свыше 311 м и осадкой до 9 м ([www.mfspb.ru](http://www.mfspb.ru))**

**Creation of artificial territory (476,7 hectares) for new passenger harbor and business centre of St.Petersburg**



**Свалки  
грунта  
Dumping  
places**

**Фарватеры  
Water-ways**

**Ряжевые  
Преграды  
Crib-bars**

ФАКТОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТА ДОННЫХ ОСАДКОВ  
И ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ  
ВСЕГЕИ, 2004

масштаб в километрах  
0.00 5.00  
Scale in Kilometers

Типы поверхностных осадков

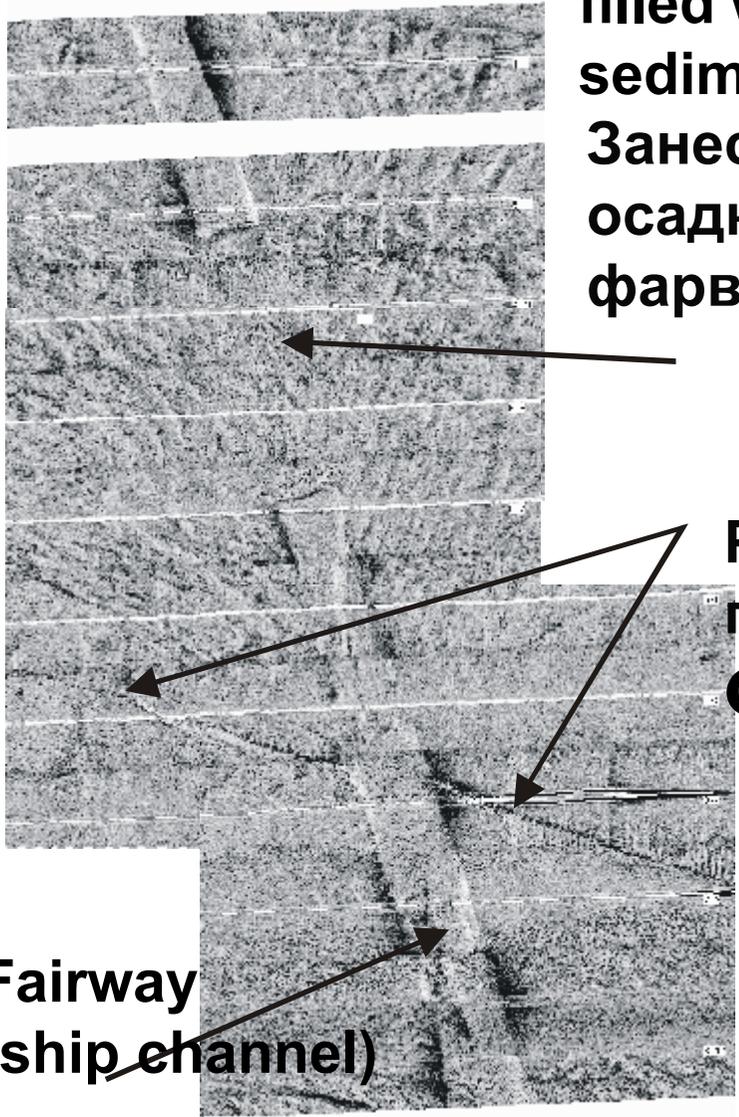
- глинистые осадки (ГП)
- песчаные осадки (П)
- пески среднезернистые (Пм)
- пески мелкозернистые (Пм)
- пески мелкозернистые (Пм)
- пески чистые (Пч)
- песчаные глины (АП)
- аллювиальные глины (АГП)
- осадки из известняков (ИП)
- осадки из известняков (ИП)

Техногенные объекты

- дамбы, волноломные сооружения
- срезтеры
- срезтеры, частично занесенные
- свайные и откосные преграды
- пирсы и стелжи
- выкопанная река
- техногенный вал

Техногенные объекты

- затопленная суза
- фронтальный выемщик

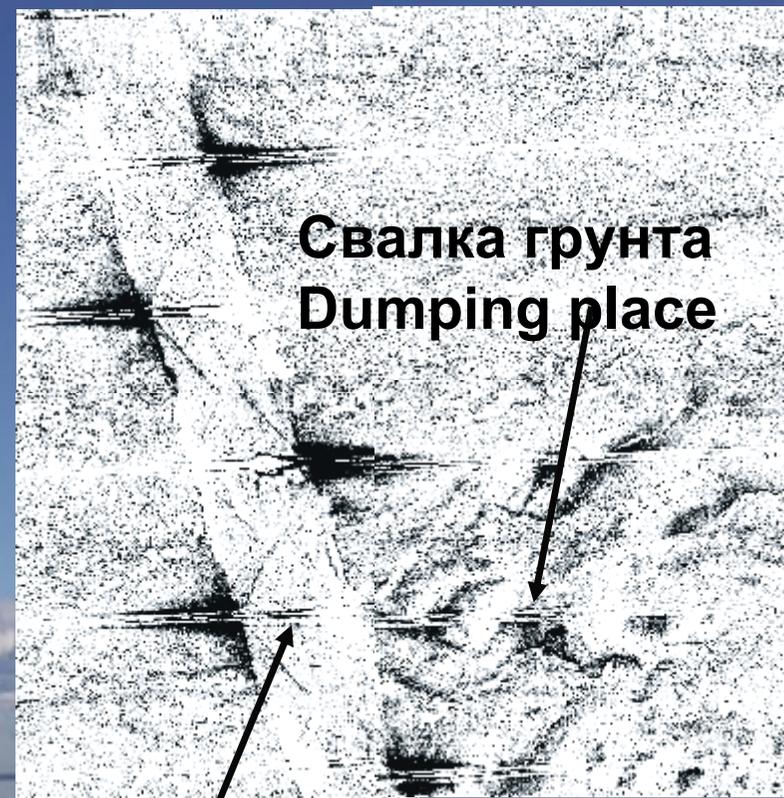


**Fairway  
filled with  
sediments  
Занесенный  
осадками  
фарватер**

**Ряжевая  
преграда  
Crib-bar**

**Fairway  
(ship channel)  
Фарватер**

200 m



**Свалка грунта  
Dumping place**

**Фарватер**

**Fairway  
(ship channel)**



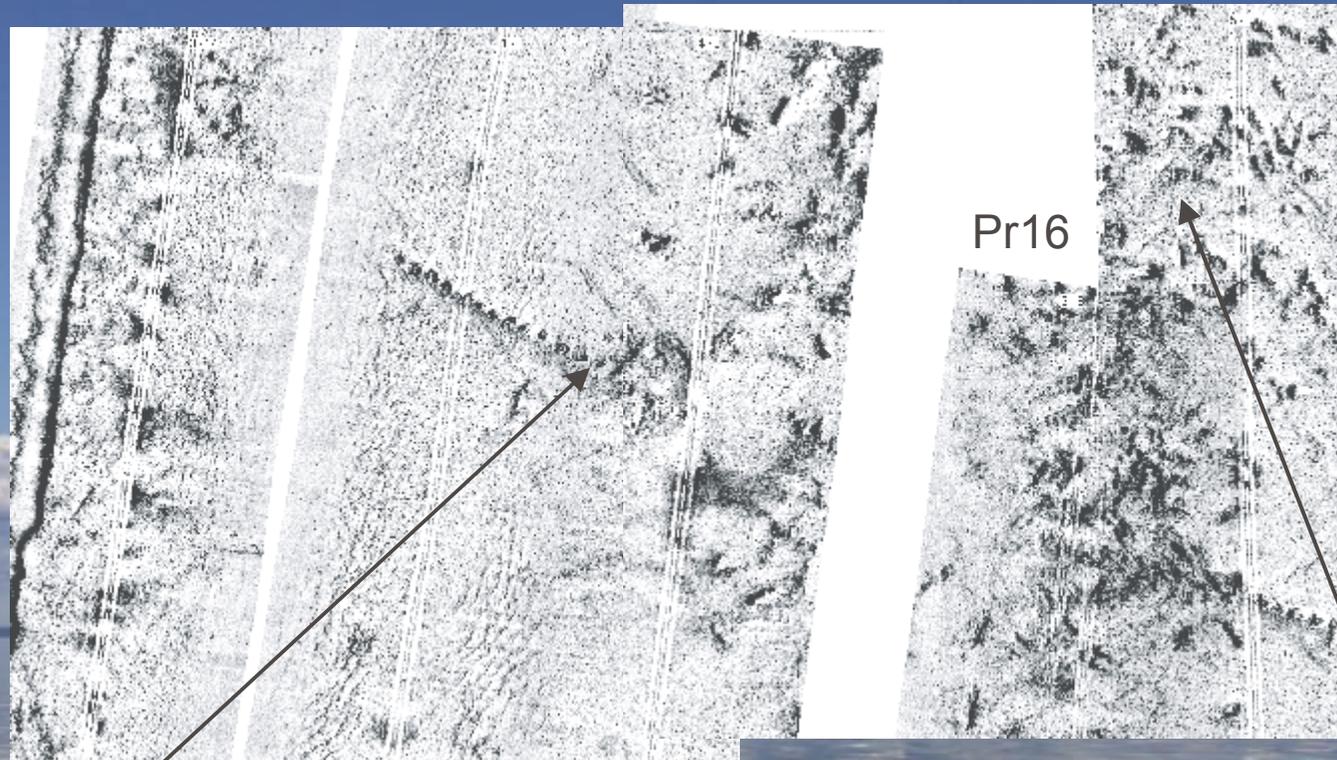
**Подводный карьер  
Submarine carrier**

PR11

Pr13

PR17

PR 19



200 m

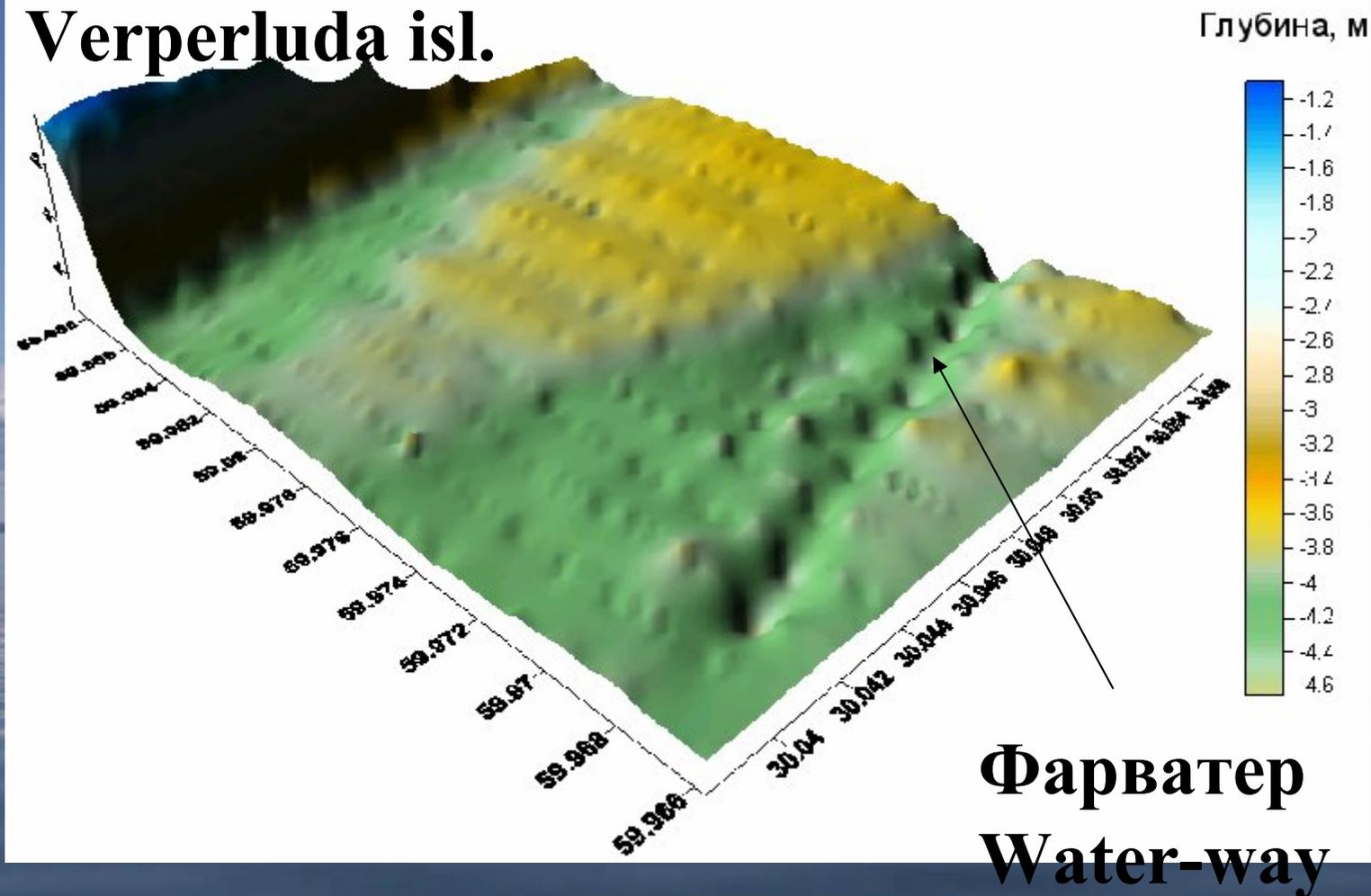
Crib-bar

Underwater  
dumping place

Ряжевая преграда

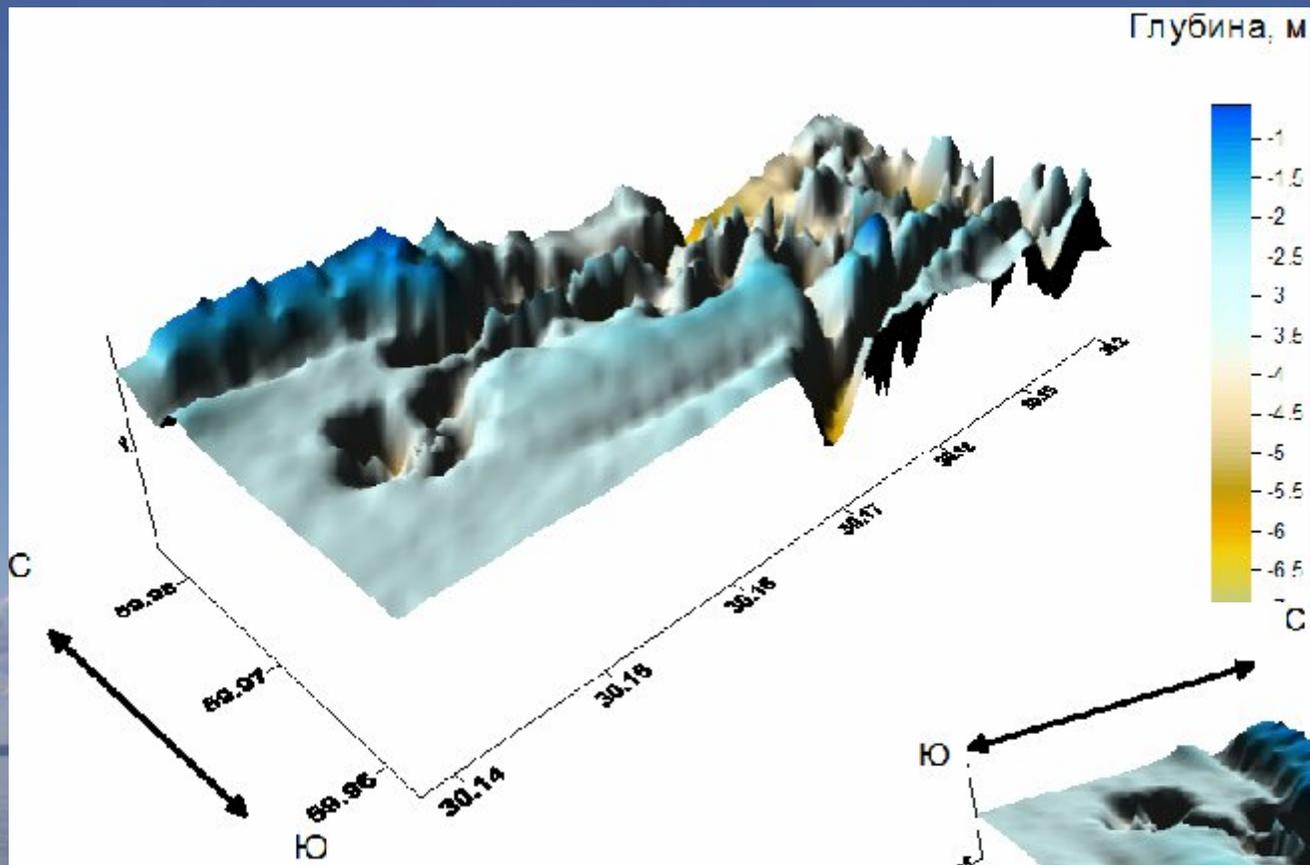
Подводная свалка грунта

# о-в Верперлуда Verperluda isl.

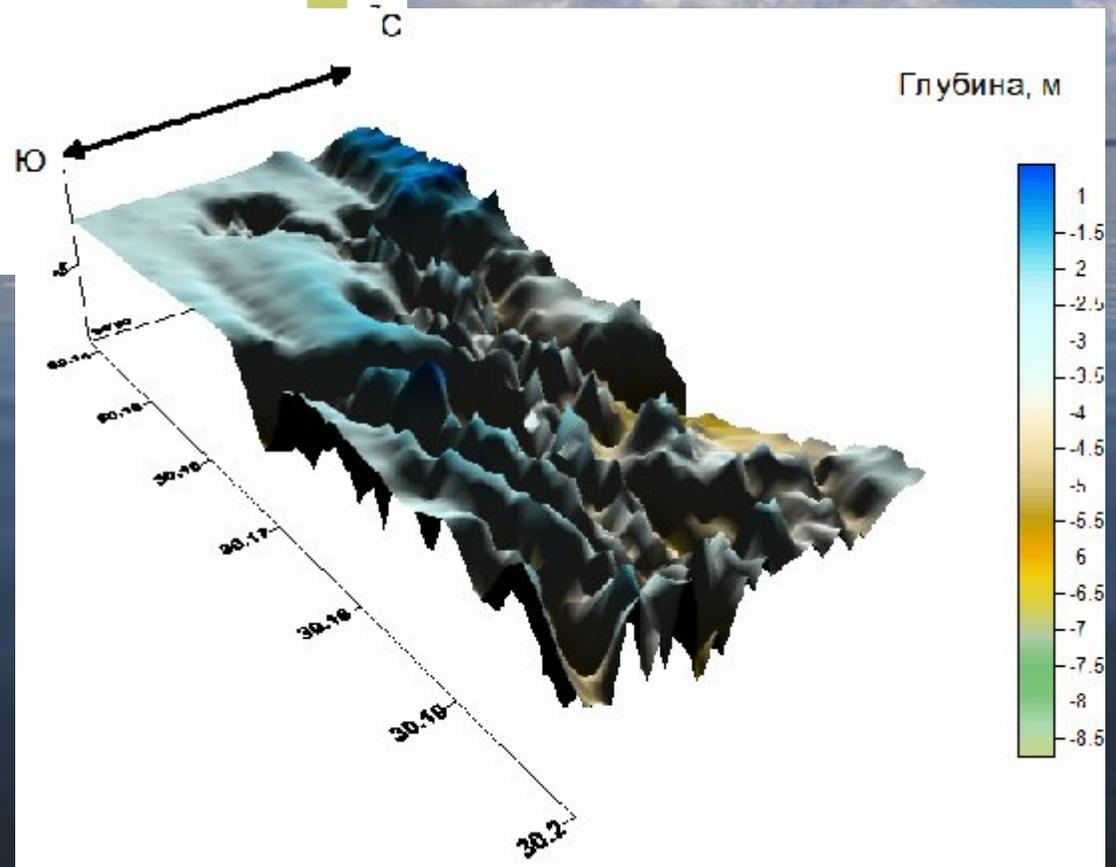


Рельеф дна западной части Губы (к востоку от о-ва  
Верперлуда)

Bottom relief in the western part of the Neva Bay



**Bottom relief of the eastern part of Neva Bay (former submarine sand mining carriers)**



**Рельеф дна в районе бывших подводных карьеров по добыче песка (Лахта)**



Страница гидрографического журнала судна «Рак» с описанием донных осадков (скиперы Василий Карпов и Матвей Верховцев, 1751)

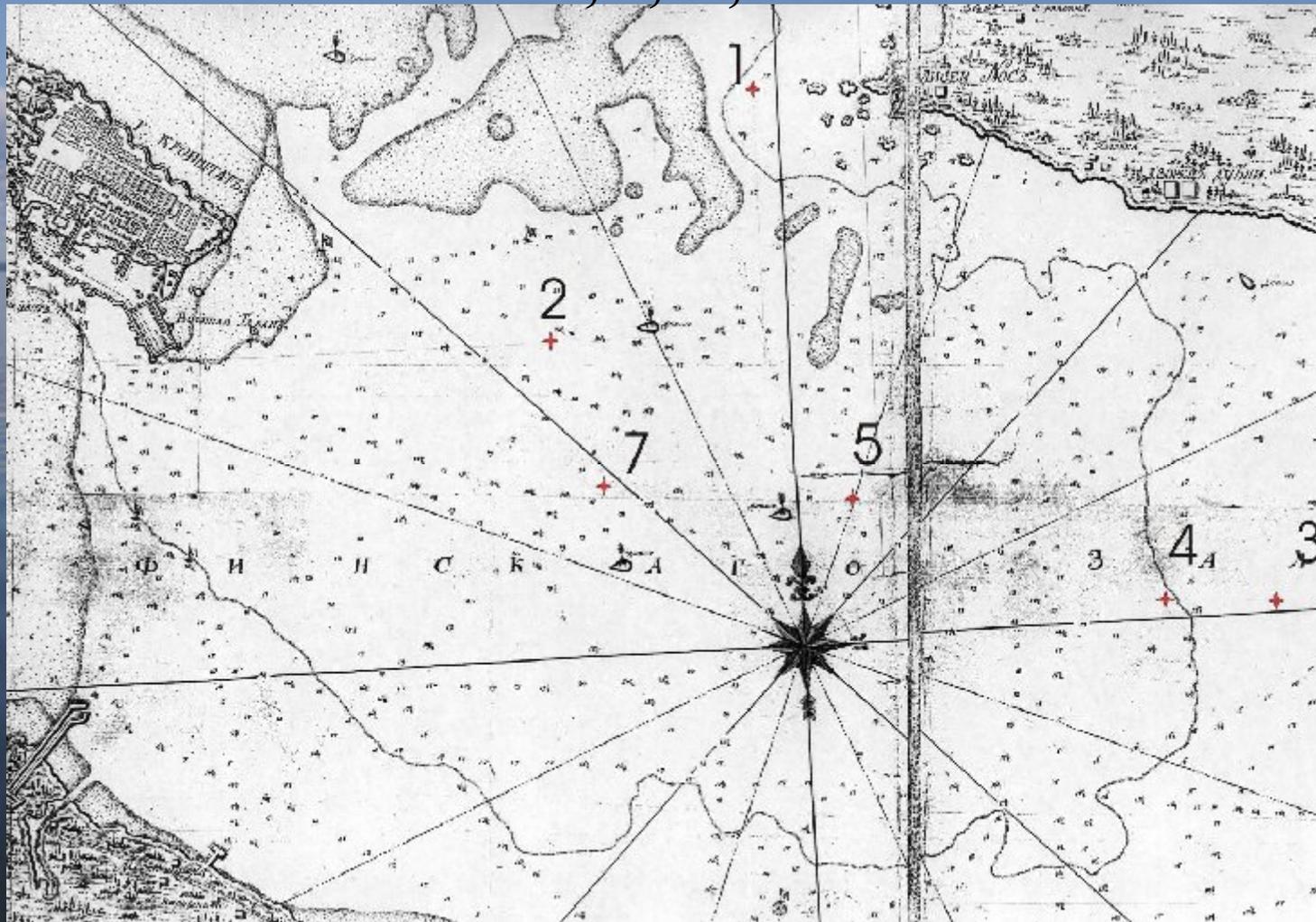
Page of the hydrographic journal with bottom sediments description (skippers Vasily Karpov and Mathew Verhovtsev, vessel «Rak», 1751)

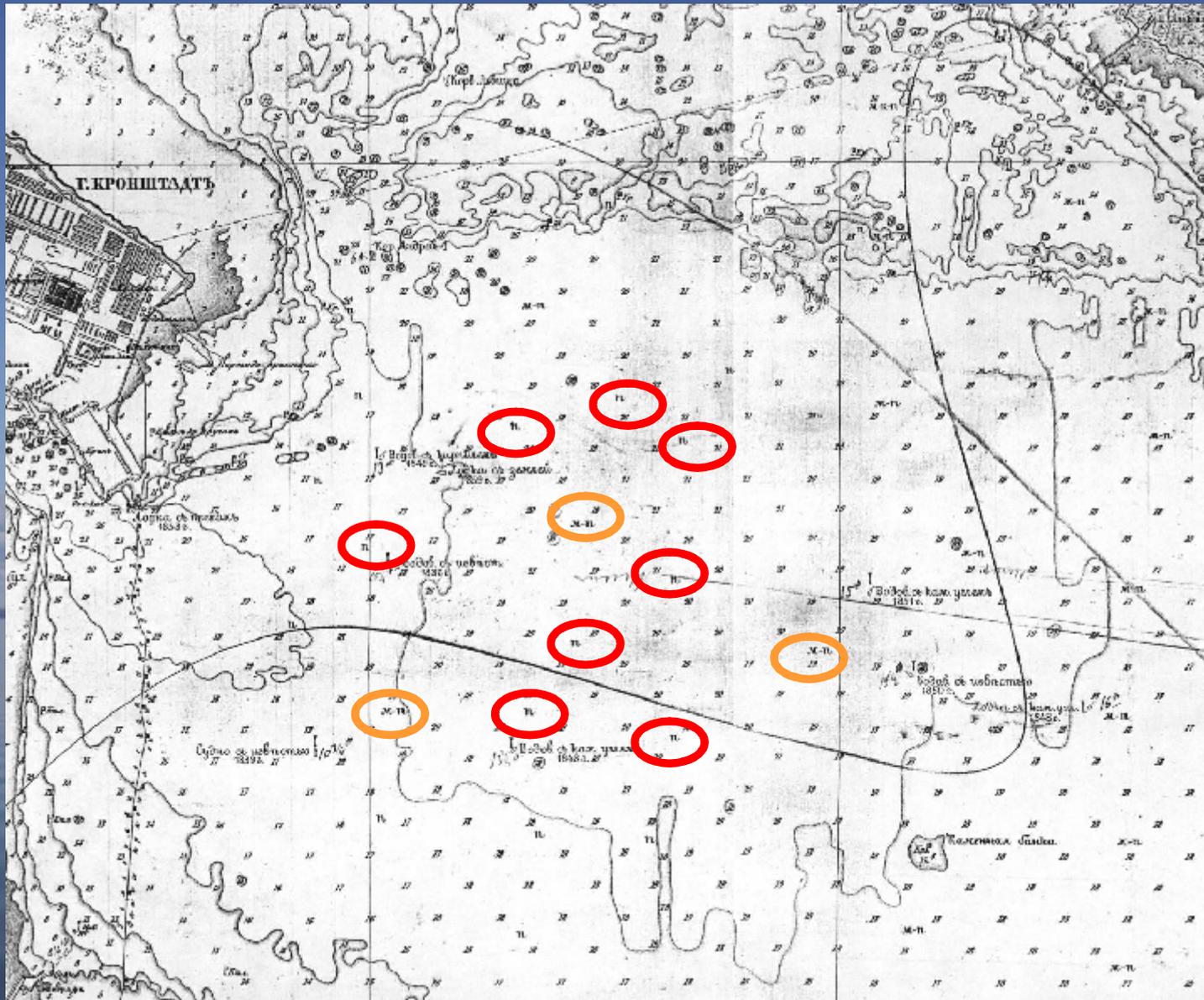
Сторона	Глубина	Вид осадков	Описание
0	550 1/2	2 5 1/2	Ветры с севера... (Detailed handwritten description of weather and observations)
50	NO 1/2	2 NO	Ветры с севера... (Detailed handwritten description of weather and observations)
50 1/2	NO 1/2	2 NO	Ветры с севера... (Detailed handwritten description of weather and observations)
0 90	NO	2 NO	Ветры с севера... (Detailed handwritten description of weather and observations)
0	0	2 0	Ветры с севера... (Detailed handwritten description of weather and observations)

# Фрагмент карты Невской губы (1805)

Точки 1751 – 1 – пески с гравием;  
2, 4, 5, 7 - пески.

Fragment of the map of the Neva Bay published in 1805  
According to observations of 1751 – 1 - sand with gravel;  
2, 4, 5, 7 - sand.



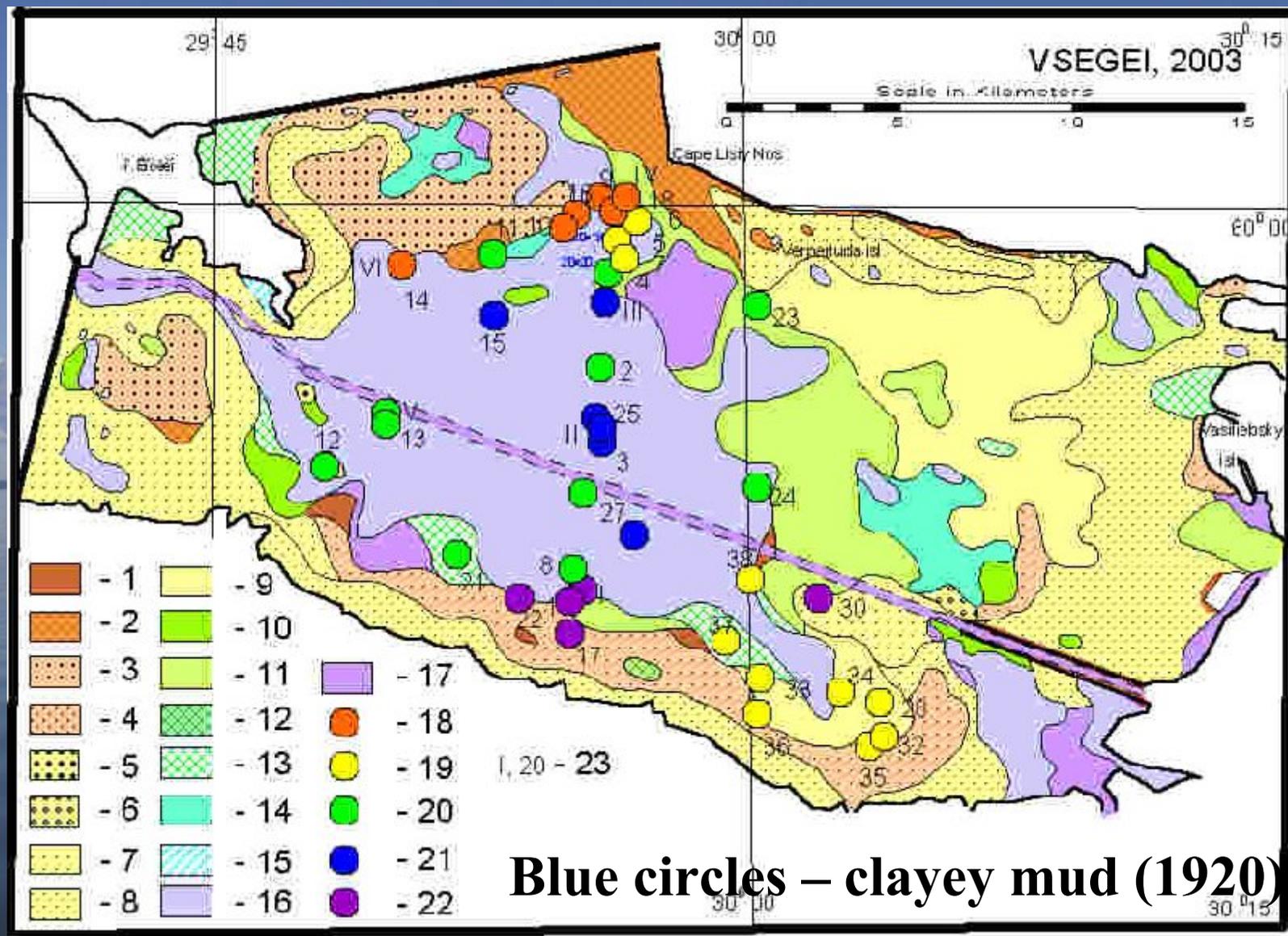


○ -песок  
(sand)

○ -мелкий  
песок  
(fine  
sand)

Фрагмент карты Невской губы 1860 г.  
Fragment of the nautical chart of the Neva Bay, 1860.

# Сравнение данных экспедиции Константина Дерюгина (1920-1923 гг.) с современными



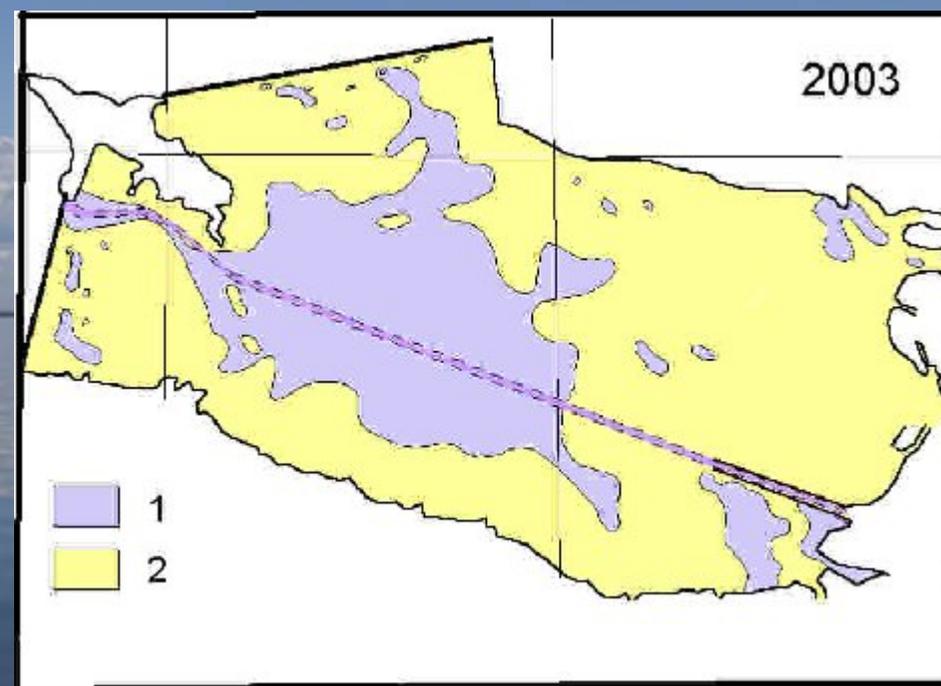
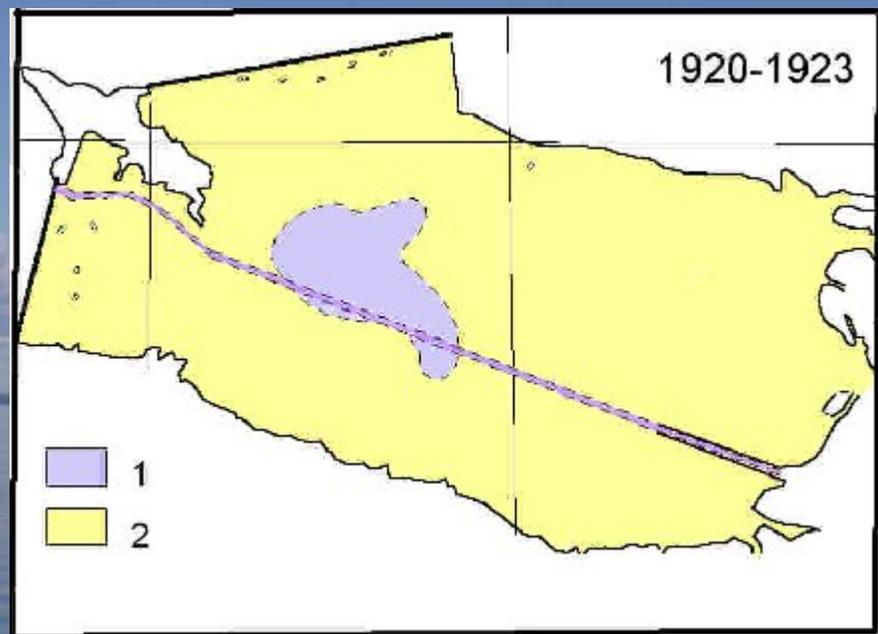
Результаты  
пробоотбора  
В 1920-1924  
гг.:

- 18 – гравий,  
галька, пески  
с гравием;
- 19 – пески;
- 20 –  
глинистые  
пески;
- 21 – илы.

Comparison of 1920-1923 expedition results with modern data

# Расширение зоны алевро-пелитовой аккумуляции

1 – алевро-пелитовые илы; 2 – другие типы осадков

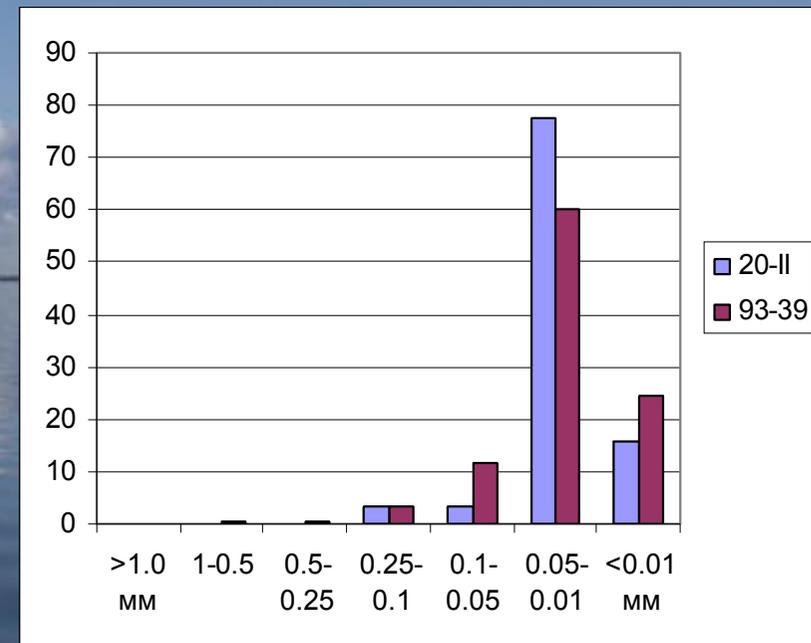
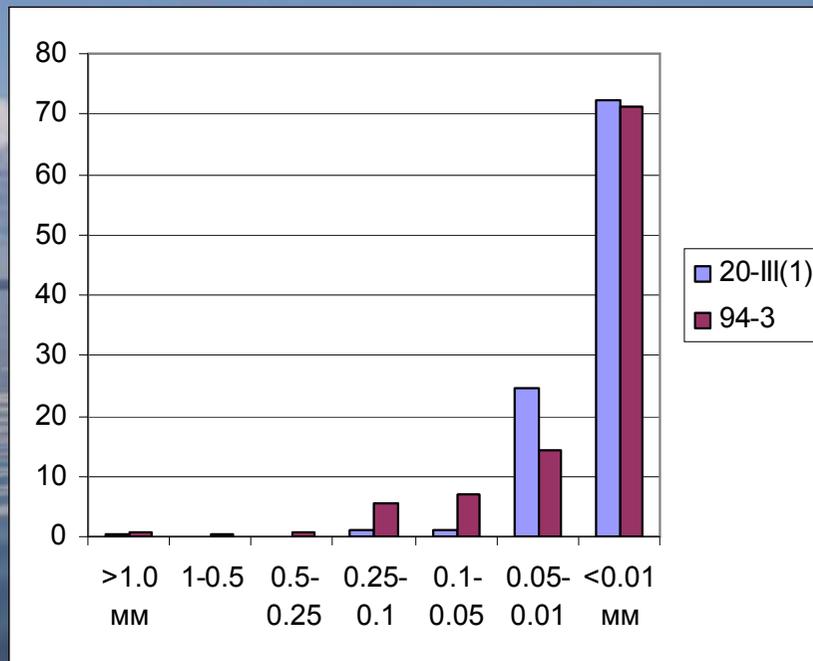


Zone of modern silty-clay accumulation in the  
Neva Bay in 1923 and 2003

1 - silty clay mud; 2 - other sediment types.

# Сравнительные гистограммы гранулометрического состава глинистых алевритов

голубой цвет – 1920; фиолетовый – 1993, 1994



## Grain-size distribution of the Neva Bay silty-clay mud

(blue colour - analysis of 1920, violet colour - 1993-1994)

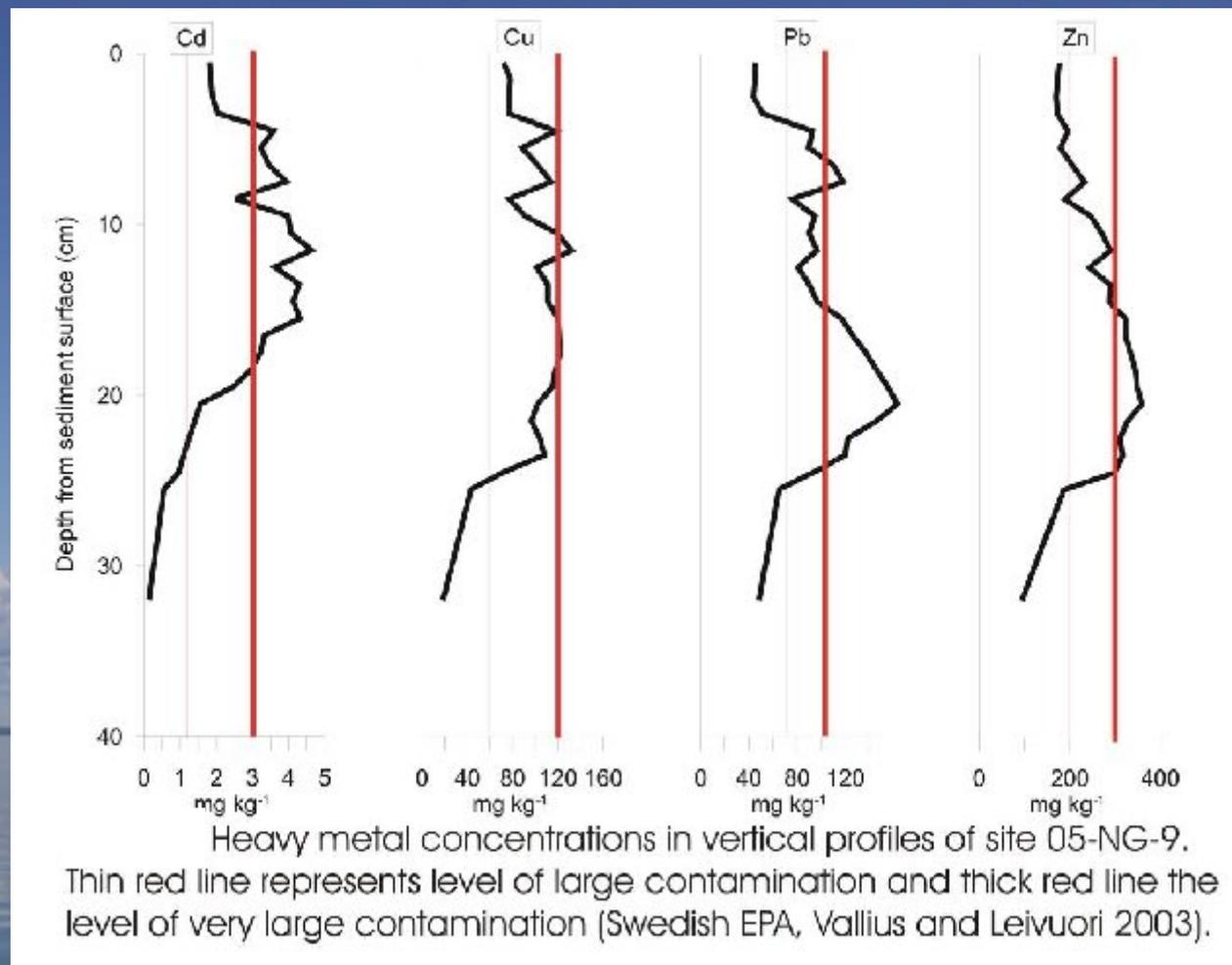
# Подводные фотографии дна Невской губы Submarine pictures of the Neva Bay bottom



# Современные илы Невской губы

## Modern silty-clay mud of the Neva Bay





**Результаты исследования содержания тяжелых металлов в колонке современных илов (определение Г.Валлиуса, Геологическая Служба Финляндии)**

**Cd, Cu, Pb and Zn concentrations of the fine clayey mud**

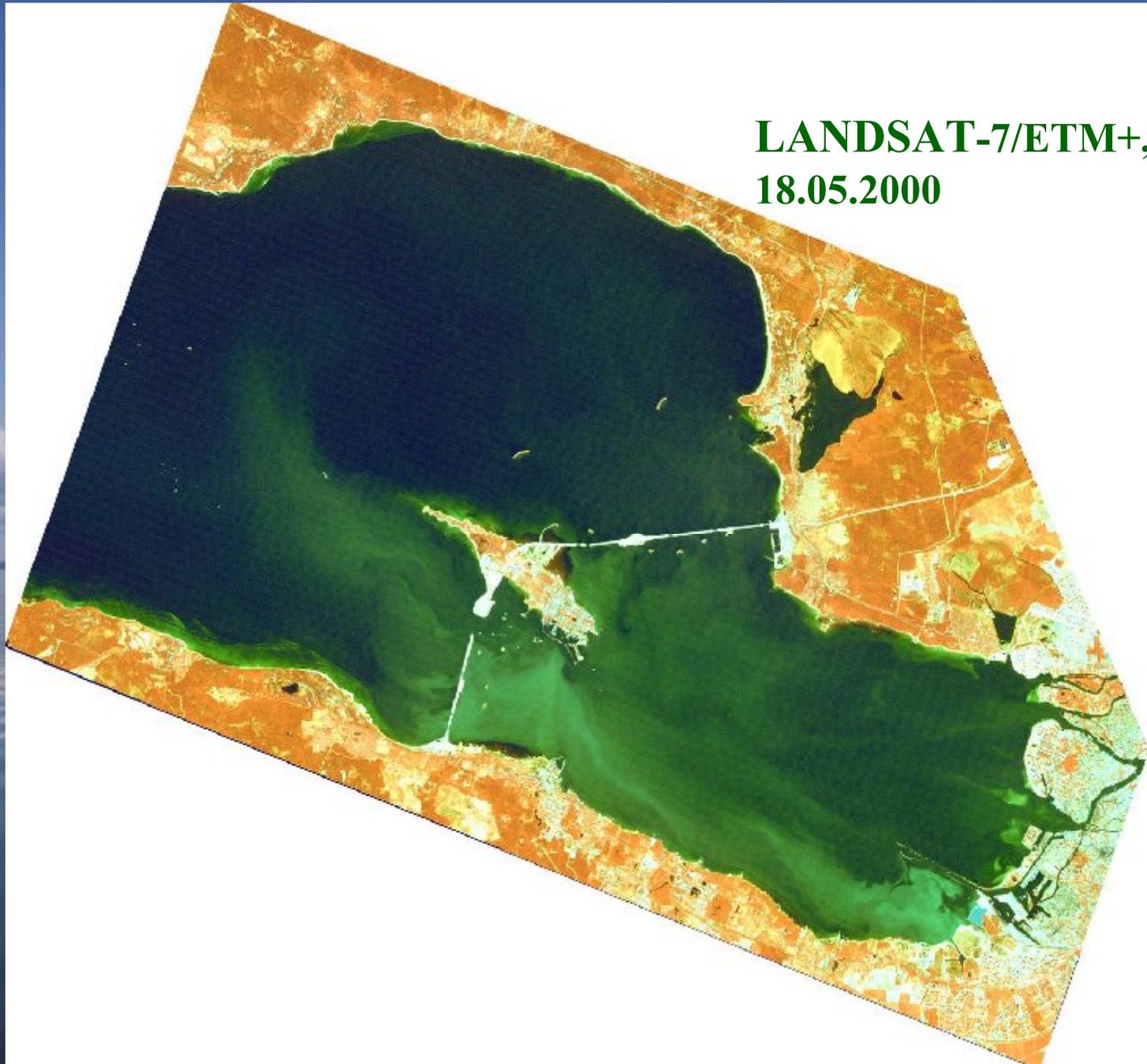
# Космический снимок Невской губы

## Satellite image

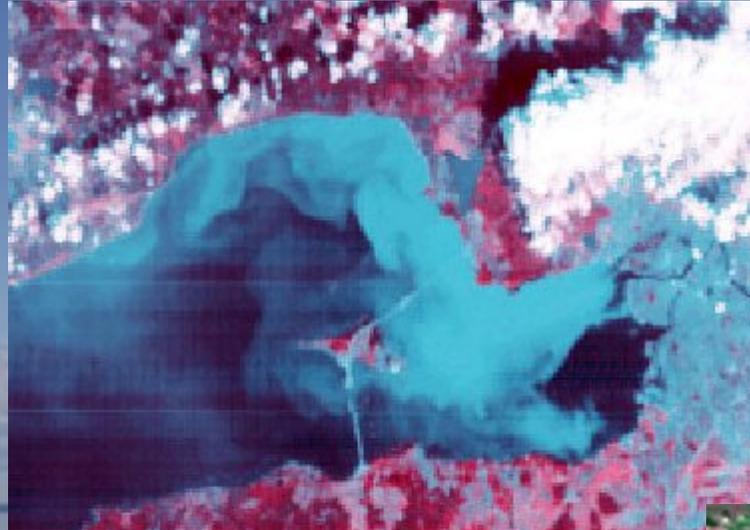
5.06.1989



**LANDSAT-7/ETM+,  
18.05.2000**

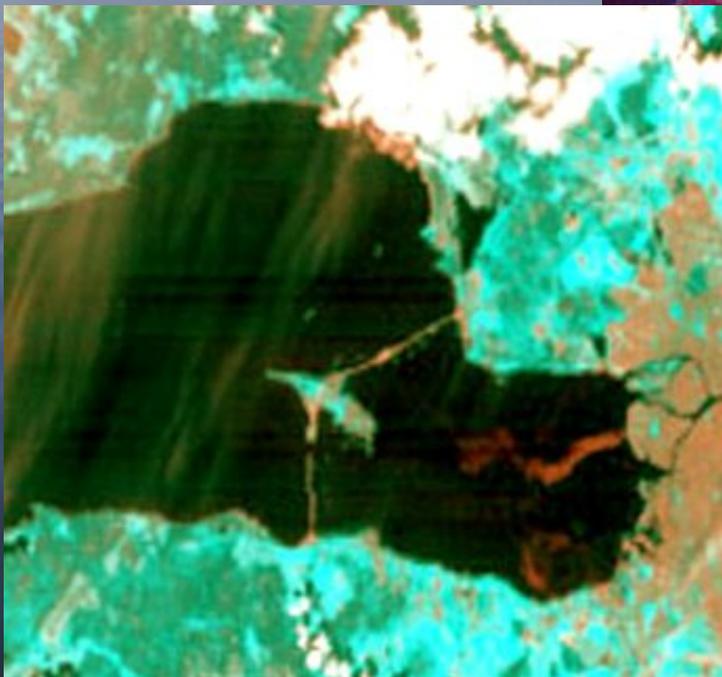


# Космические снимки акватории Невской губы до и после начала гидротехнических работ в 2006 г. Suspended matter concentration in the surface water layer

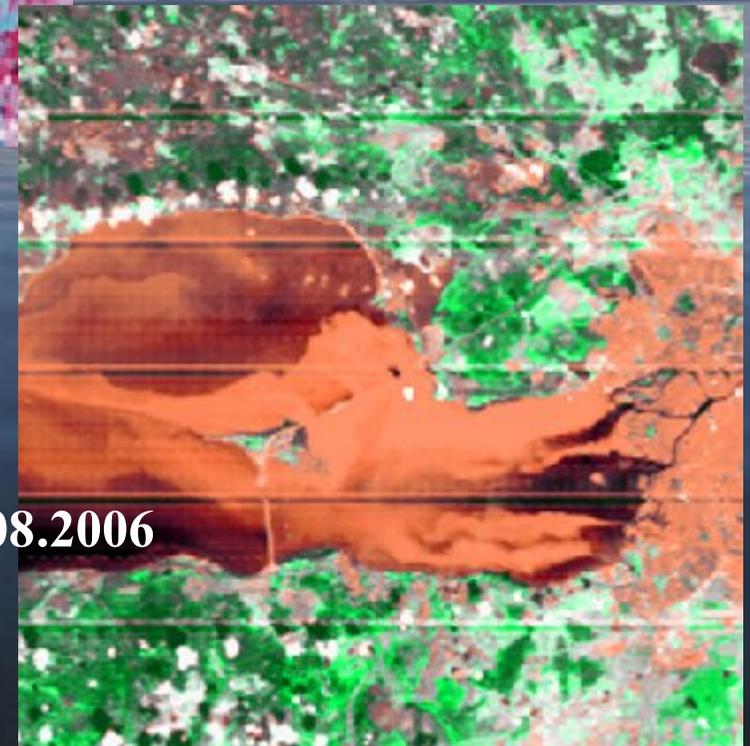


MODIS from 19.08.2006

MODIS from 17.06.2006



MODIS from 23.08.2006



**Изображение восточной части Невской губы, 12.10.2006 г., IKONOS. Условные обозначения:**

**Concentrations of suspended matter:**

- 1 – очень высокие значения концентраций взвешенных осадков, very high;**
- 2 – высокие значения концентраций взвешенных осадков, high;**
- 3 – средние значения концентраций взвешенных осадков, medium;**
- 4 – низкие значения концентраций взвешенных осадков, low;**
- 5 – нефтяные пленки, oil pollution;**
- 6 – отмели и мели, shallows;**
- 7 – строящийся причал, constructing harbor.**

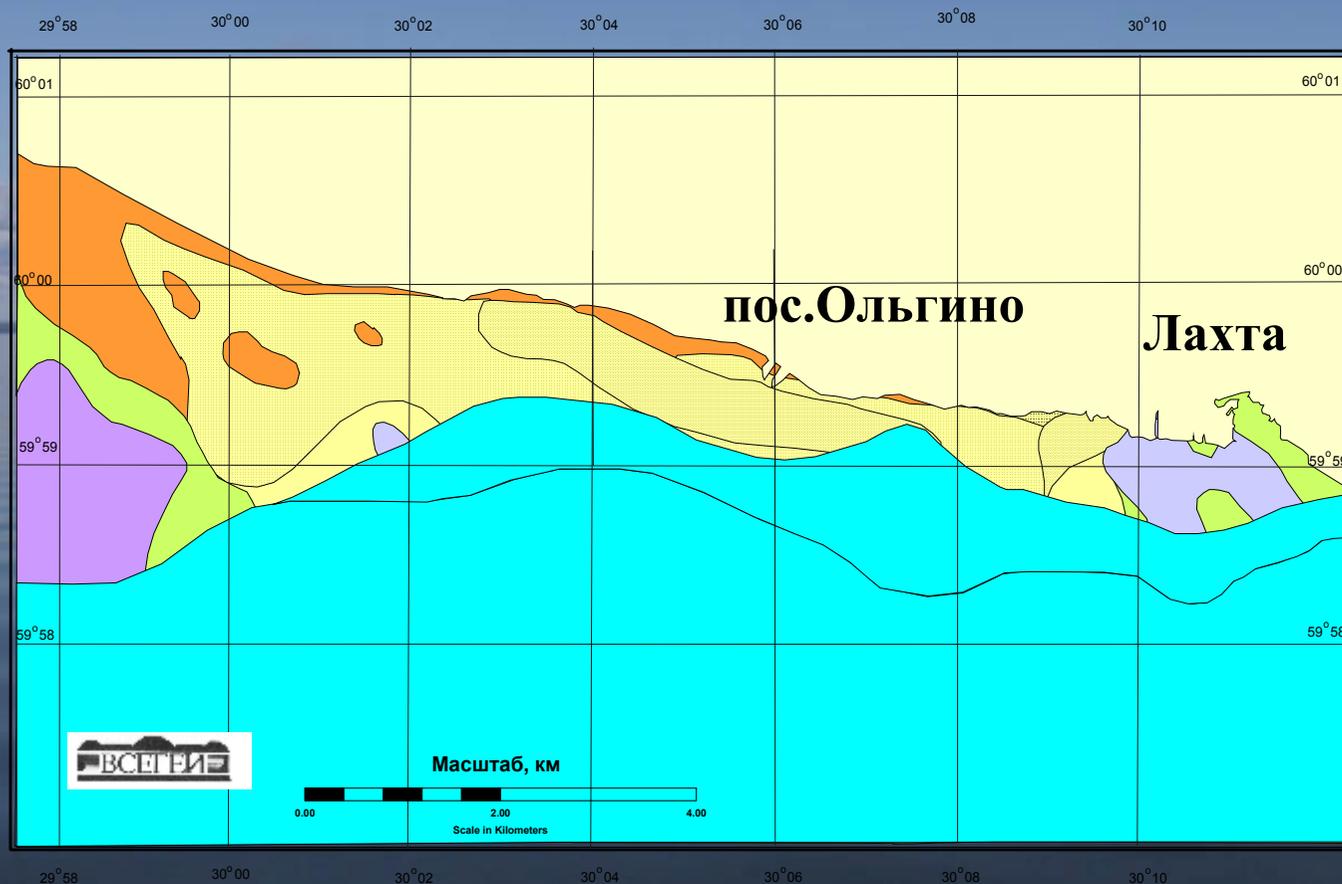




**Aqua/MODIS за 14 ноября 2007 г.:**  
**Suspended matter concentrations:**  
**1 – максимальные значения концентраций взвеси; very high;**  
**2 – высокие значения концентраций взвеси; high;**  
**3 – средние значения концентраций взвеси; medium;**  
**4 – низкие значения концентраций взвеси; low;**  
**5 – облака; clouds;**  
**6 – тени от облаков; shadows of clouds.**

# Карта поверхностных осадков участка дна северной береговой зоны Невской губы в районе пос. Ольгино по результатам работ 2008 г.

## Sea-bed map of the northern near-shore zone of the Bay.



### Условные обозначения

#### Типы поверхностных осадков:

- пески с гравием и галькой
- пески средне-мелкозернистые
- пески мелкозернистые
- пески тонкозернистые
- алевриты песчаные
- алевриты пелитовые
- обнажения ледниково-озерных глин

#### Поверхностные техногенные отложения, сформировавшиеся в 2006-2008 гг.:

- слой алевроглинистого наилка мощностью менее 5 мм
- слой алевроглинистого наилка мощностью от 5 мм до 5 см



2007 г.

**Образцы «техногенных» глинистых осадков  
Невской губы  
Samples of “technogenic” clays**

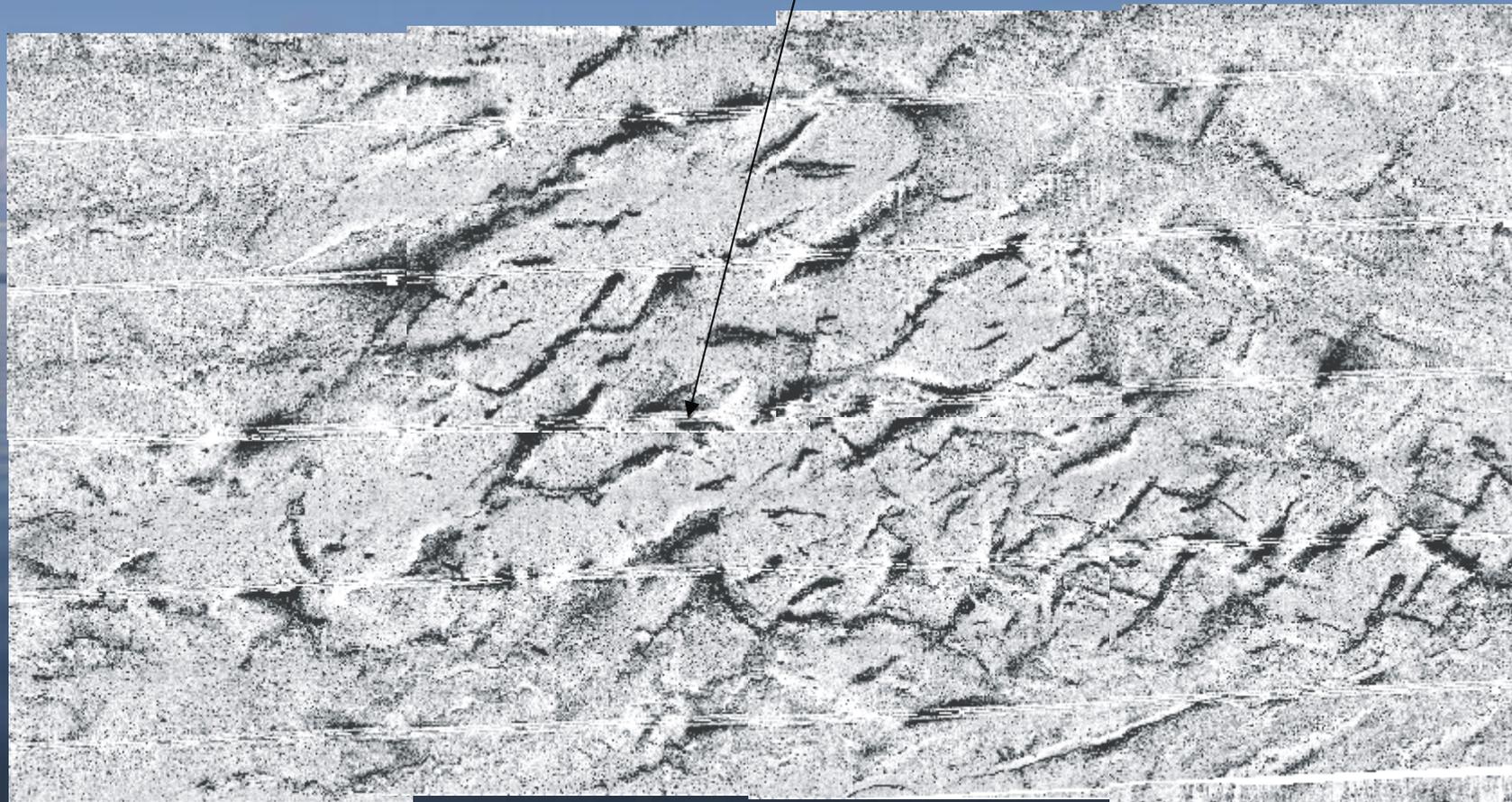


**Взвесь в  
поверхностном  
слое воды  
(2007 г.)**

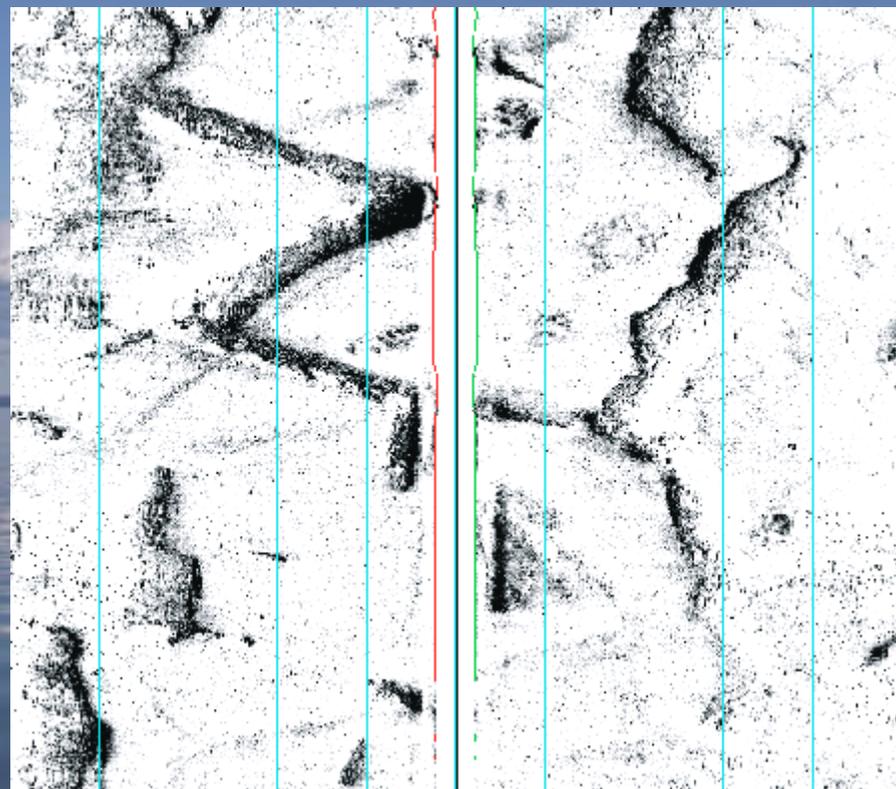


2008 г.

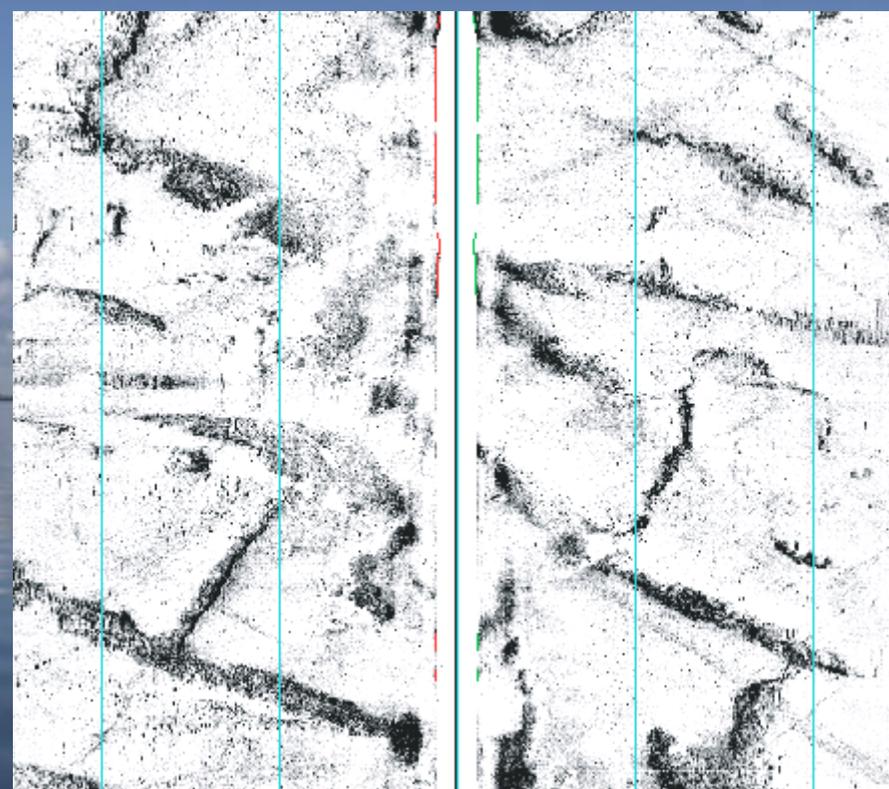
Рельеф дна, измененный техногенными процессами (?)  
Bottom relief of possible technogenic origin



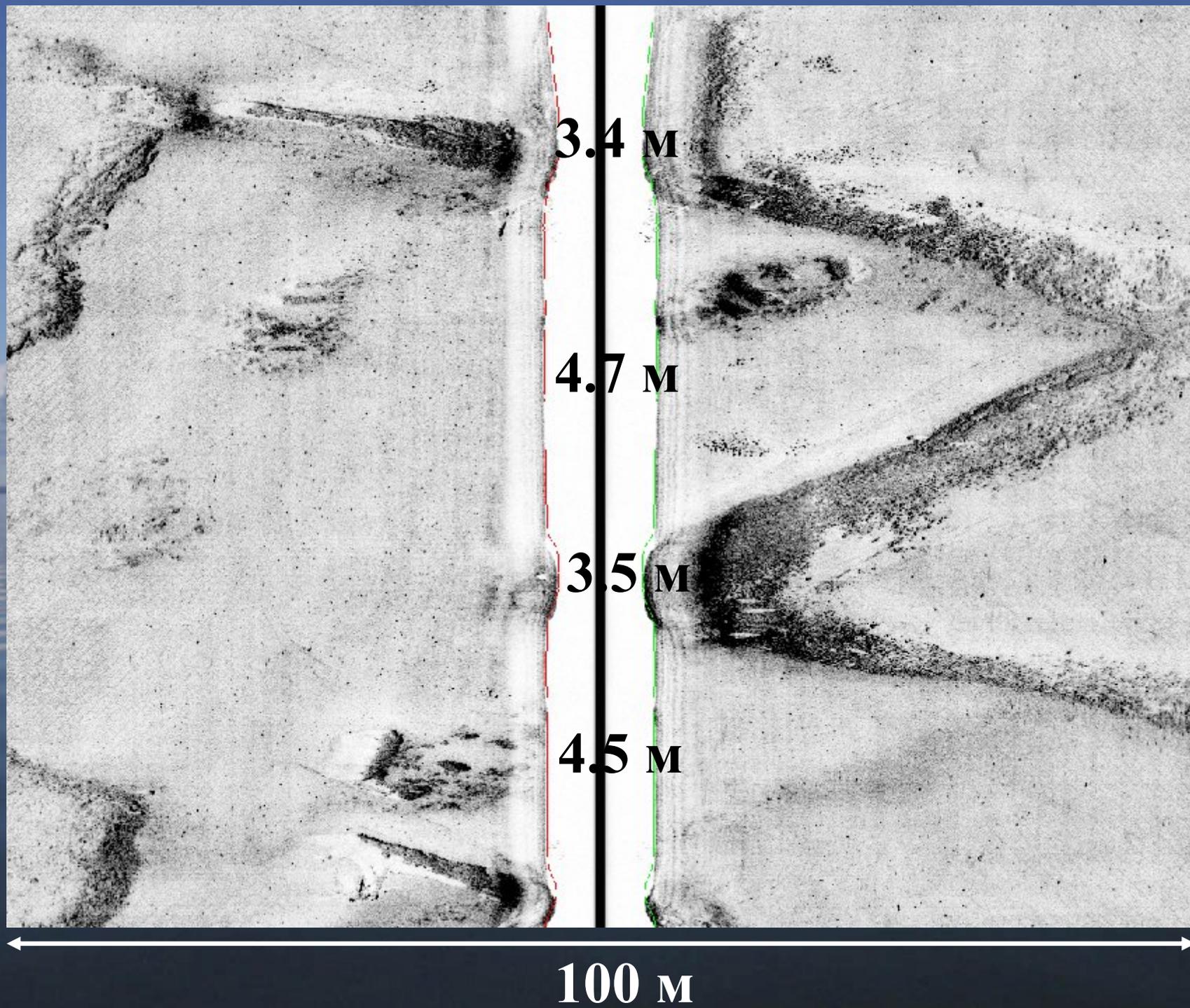
200 m



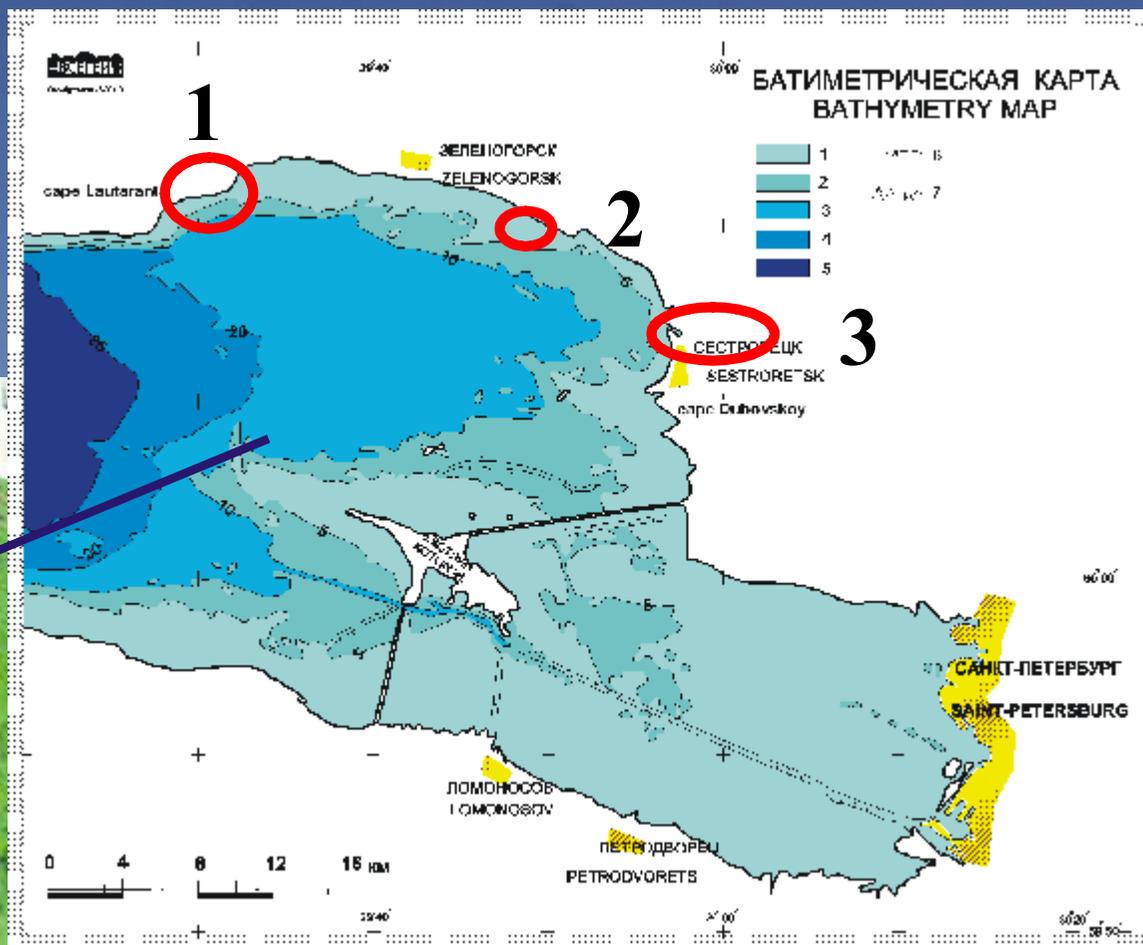
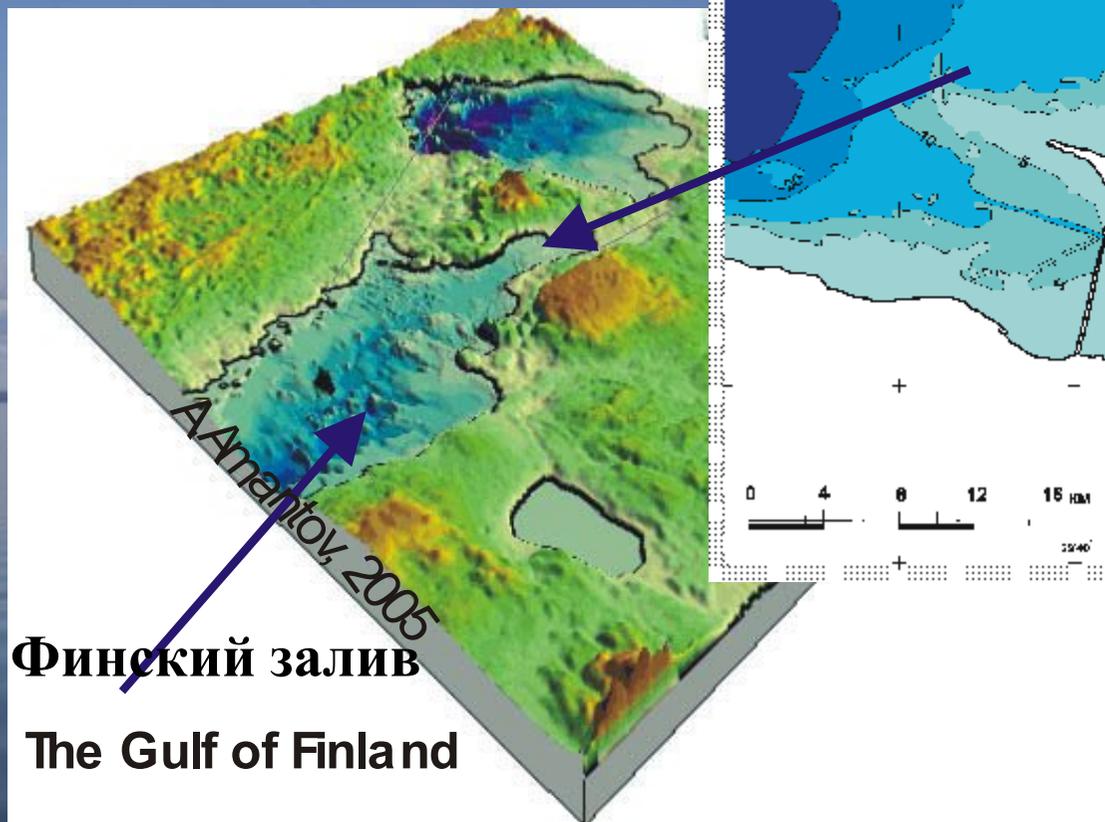
200 M



200 M



# 1 – Special Nature Reserve Area “Gladyshevsky”



1 – региональный комплексный заказник «Гладышевский»

2 – комплексный памятник природы «Комаровский берег»

3 – региональный комплексный заказник «Лахтинский разлив»

2 – Nature Protected Area “Komarovsky Shore”

3 – Regional Nature Reserve Area “Lahta Bay”

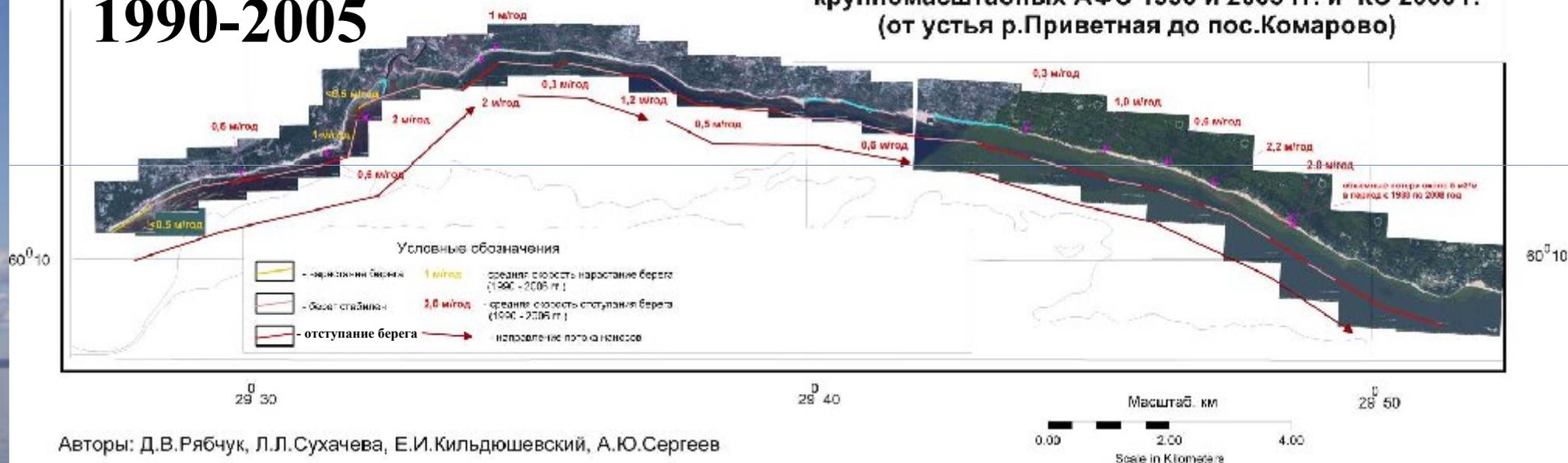
29° 30'

29° 40'

29° 50'

1990-2005

Схема динамики береговой зоны на основе сравнения крупномасштабных АФС 1990 и 2005 гг. и КС 2006 г. (от устья р.Приветная до пос.Комарово)



Большинство берегов относится к оступающим. Средняя скорость отступления 0,5 м/год.

Максимальная скорость отступления береговой линии, установленная на ряде участков, составляет 2 м/год (до 2,2 м/год)

Average rate of the shoreline retreat is 0.5 m/year, maximal – 2 (2.2) m/year

# Размыв пляжей Beach erosion



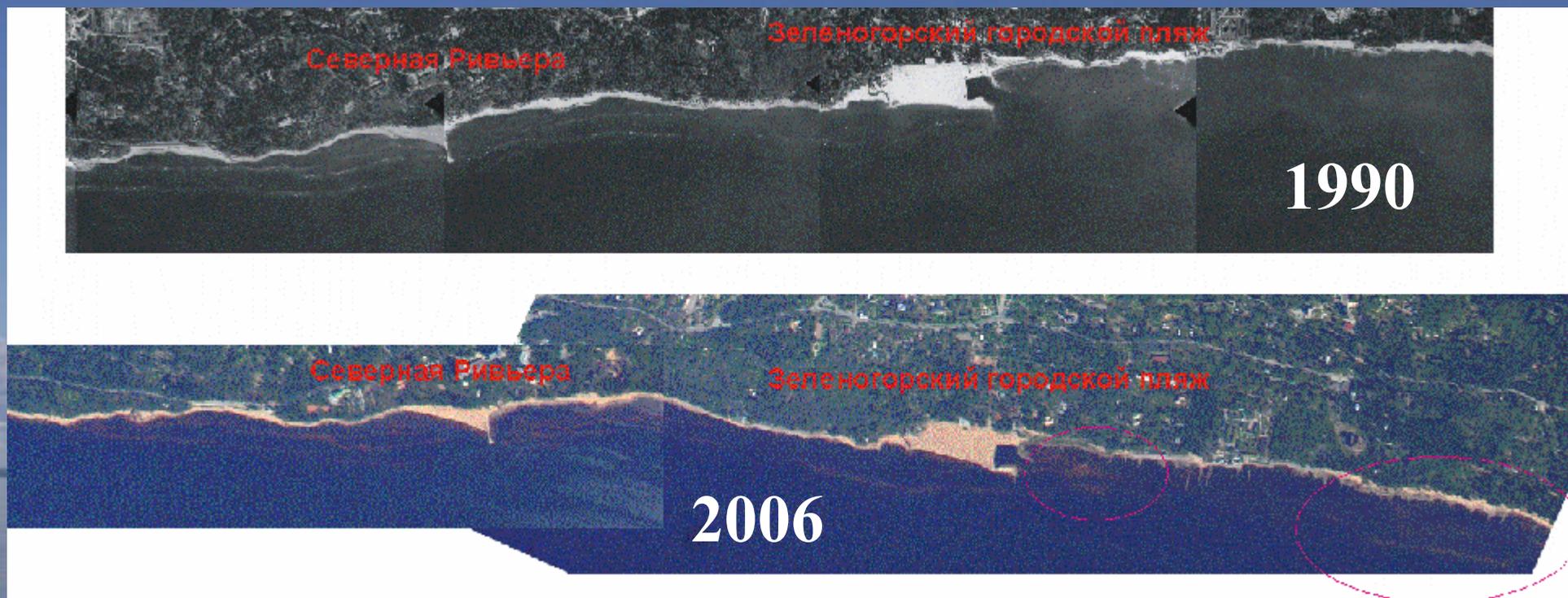
# Разрушение берегозащитных сооружений Coast protection structures failing

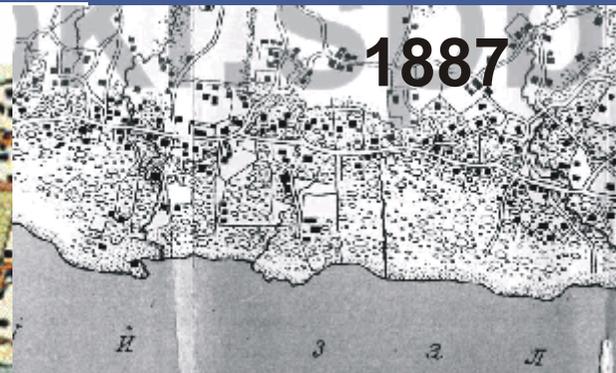
# Устаревшая неэффективная система берегозащиты



- 1 – валунные буны, перпендикулярные береговой линии
- 2 – boulder groins perpendicular to the shoreline

# Абразионный моренный подтип береговой зоны (берег стабилизирован валунным бенчем)





**1887-1909 г. –  
естественный  
берег, пляжи  
шириной 20-30 м**



**Зеленогорский городской  
пляж («Золотой пляж»,  
пляж Териоки) на картах  
(планах) 1887, 1902, 1909  
гг., (terioki.spb.ru). АФС  
1990 г и КС 2005 г.**

## **Zelenogorsk (former Terijoki) beach development**



1911 г. – построен Императорский Яхтклуб (существовал до 1919 г.) и причал, перпендикулярный береговой линии (существующий до настоящего времени)

1911- yacht club and harbor construction

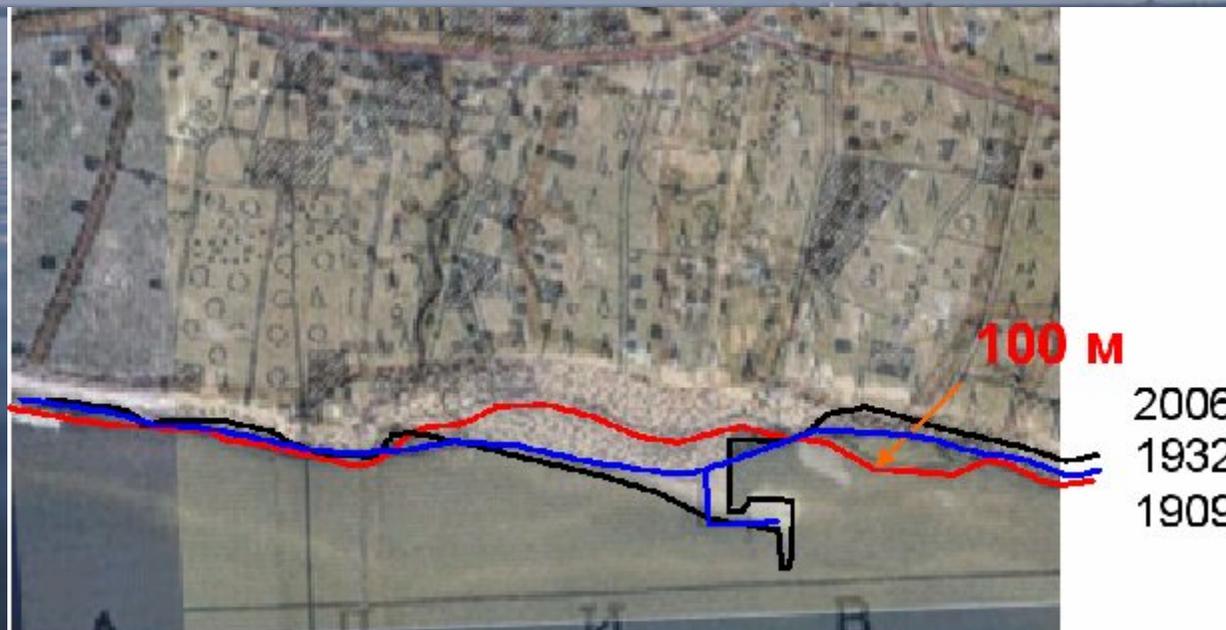
1927 – beach erosion to the east of it



Аэрофотоснимки пляжа в Териоки (1927 год) и карта-план масштаба 1:10 000 , изданный в 1932 г. с изображением мола и песчаного пляжа ([terioki.spb.ru](http://terioki.spb.ru)).



**Эволюция  
берега  
вследствие  
строительства  
мола  
(1909-2006 гг.)**



**Shoreline  
evolution  
caused by  
harbor  
construction**

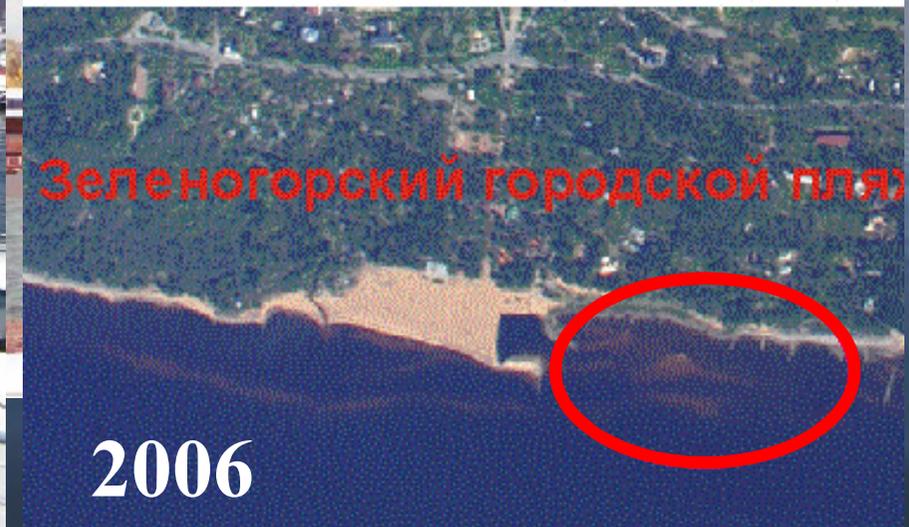
Нарастание пляжа к западу      Размыв берега к востоку  
Stable beach to the west      Erosion to the east

от мола  
from harbor

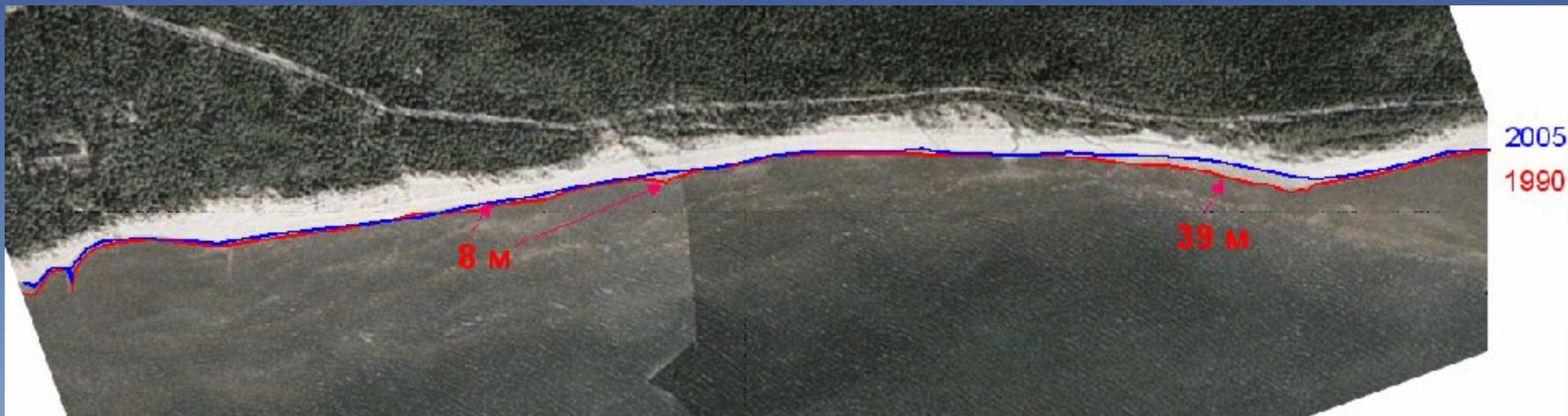


# Сооружения «жесткой» берегозащиты, удерживающие берег к востоку от Зеленогорска Hard coast protection





**Строительство яхтклуба «Терийоки»**  
**Rebuild yacht-club “Terijoki”**



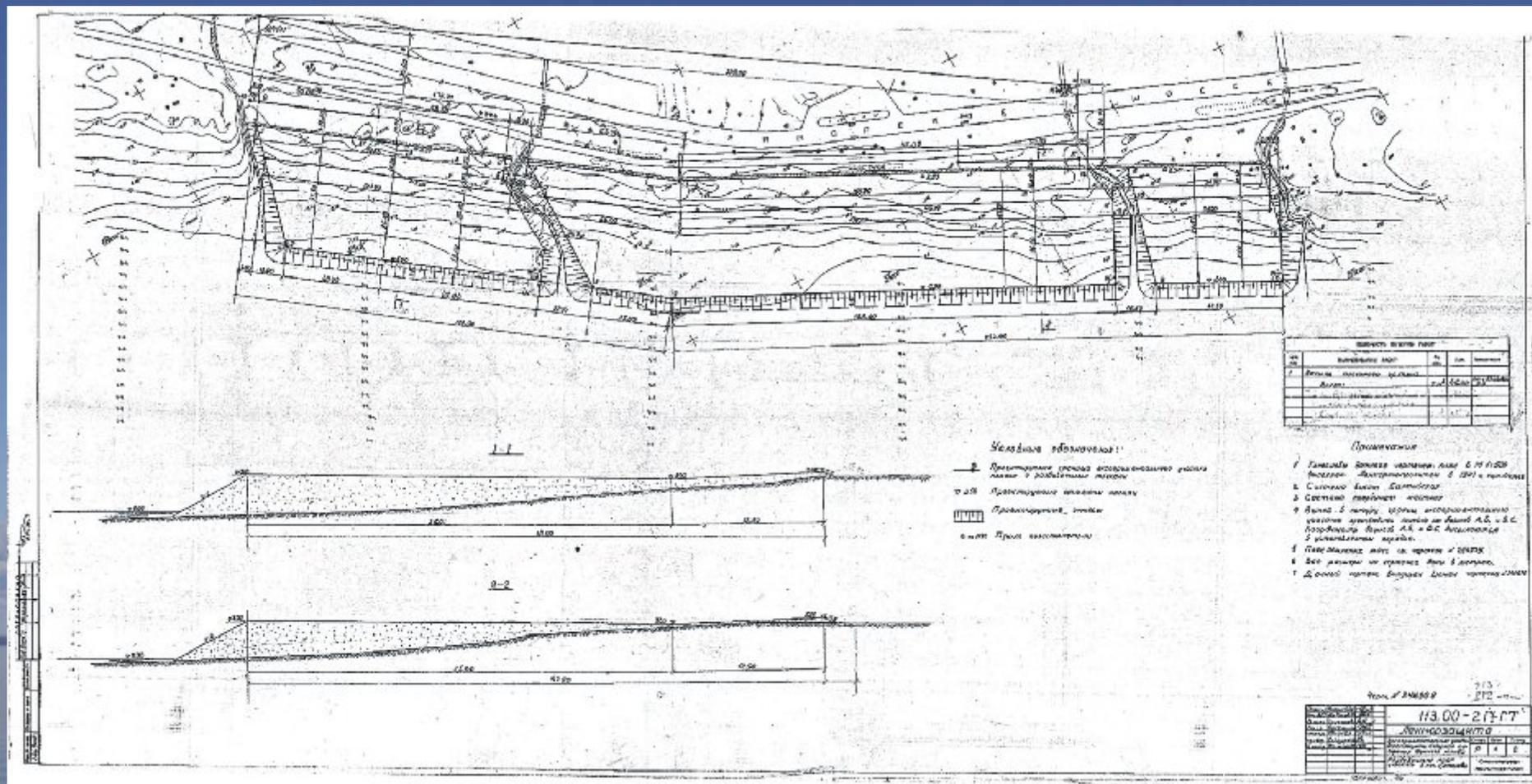
**Совмещение АФС 1990 г. и КС 2005 г. для западной части Комаровского пляжа**



**Совмещение АФС 1990 г. и КС 2005 г. для восточной части Комаровского пляжа**

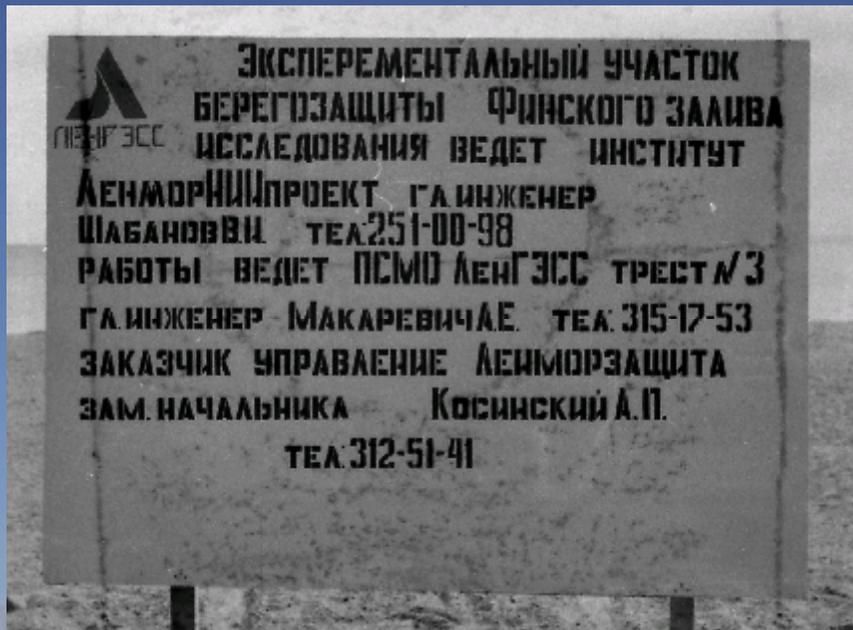


**Критическое состояние участка Комаровского берега в 1987 г.  
(фото проф.К.Орвику) Komarovo beach in 1987 (picture by prof.  
Kaarel Orviku)**

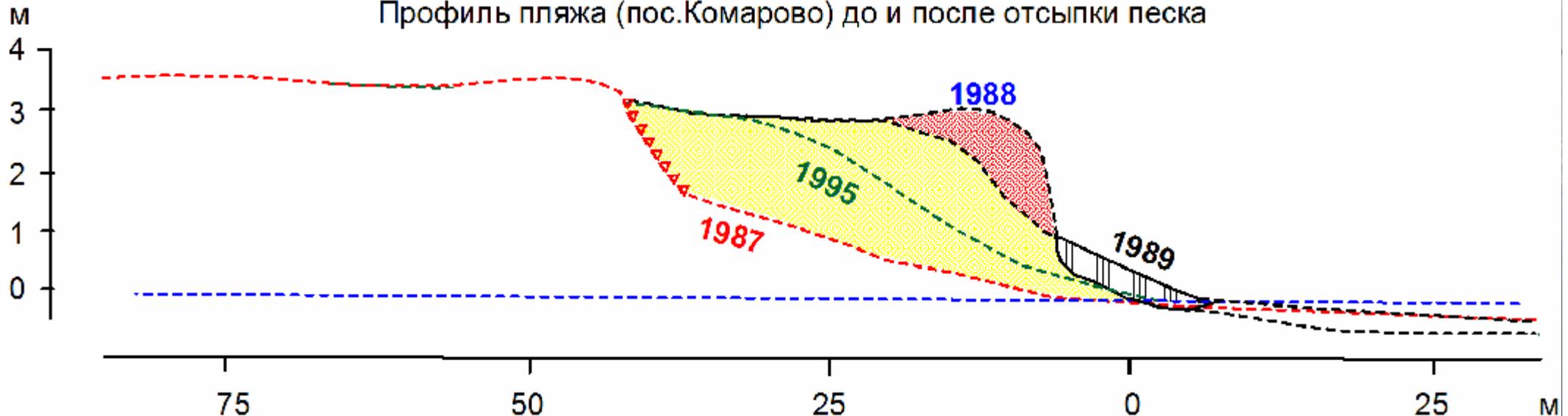


**Проект отсыпки искусственного пляжа в пос. Комарово. была произведена дюнообразная отсыпка общей длиной 430 м и шириной 50 м. Общий объем всей отсыпки составил 46000 м<sup>3</sup> песка средней крупности 0,14 мм (мелкозернистый песок) (ЛенморНИИПроект, 50322).**

**Artificial beach project (430 m long, 50 m wide, 46000 m<sup>3</sup> volume)**

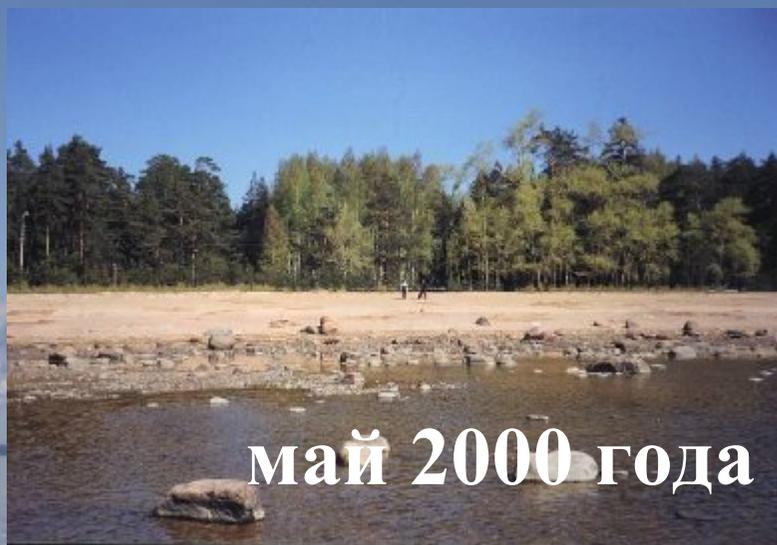


Профиль пляжа (пос. Комарово) до и после отсыпки песка



**Отсыпка искусственного пляжа на экспериментальном участке в пос. Комарово, 1988 г. (фото К. Орвику)**  
**Artificial beach, 1988**

# Стихийные меры по берегозащите, предпринимаемые владельцами объектов зоны отдыха Uncontrolled coast protection



июнь 2003 года



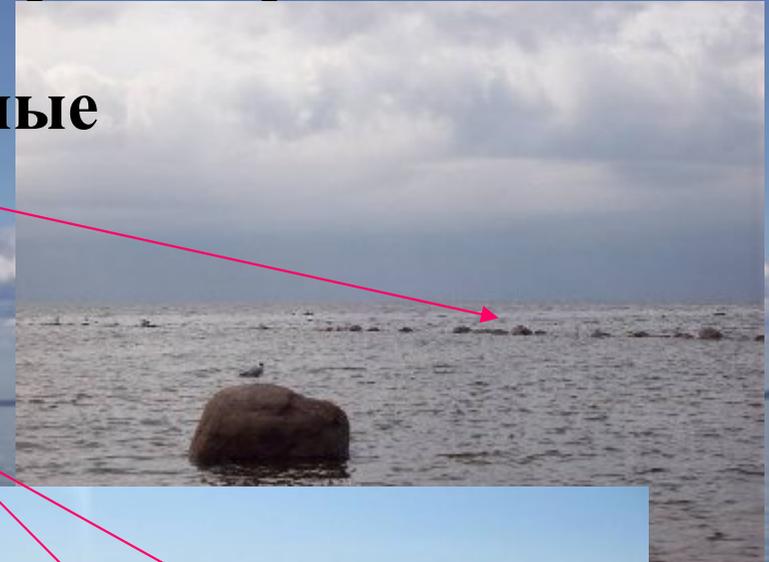
июнь 2005 года



# Попытки берегозащиты в зоне отдыха «Пляжный рай», апрель 2008 Coast protection attempts, April 2008



Параллельные  
берегу  
волноломы



Отсыпка песка

**November 2008**



**Аварийное состояние Комаровского берега, осень  
2008 г.**

# ВЫВОДЫ

- 1. Седиментационная обстановка в Невской губе значительно изменилась за последние 200-250 лет. Эти изменения в значительной мере вызваны техногенным воздействием, которое в последние годы стало одним из ведущих факторов седиментации.**
- 2. В Курортном районе Санкт-Петербурга имеющиеся берегозащитные сооружения являются неэффективными и находятся в аварийном состоянии;**
- 3. При реализации проектов в береговой зоне необходим комплексный системный подход с учетом гидро-, лито- и морфодинамики района, социально-экономических и экологических аспектов.**

**Работа выполнена по заказу Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Администрации Санкт-Петербурга, а также при поддержке гранта РФФИ 08-05-01023.**

**Спасибо за внимание!**  
**Thank you for attention!**

