

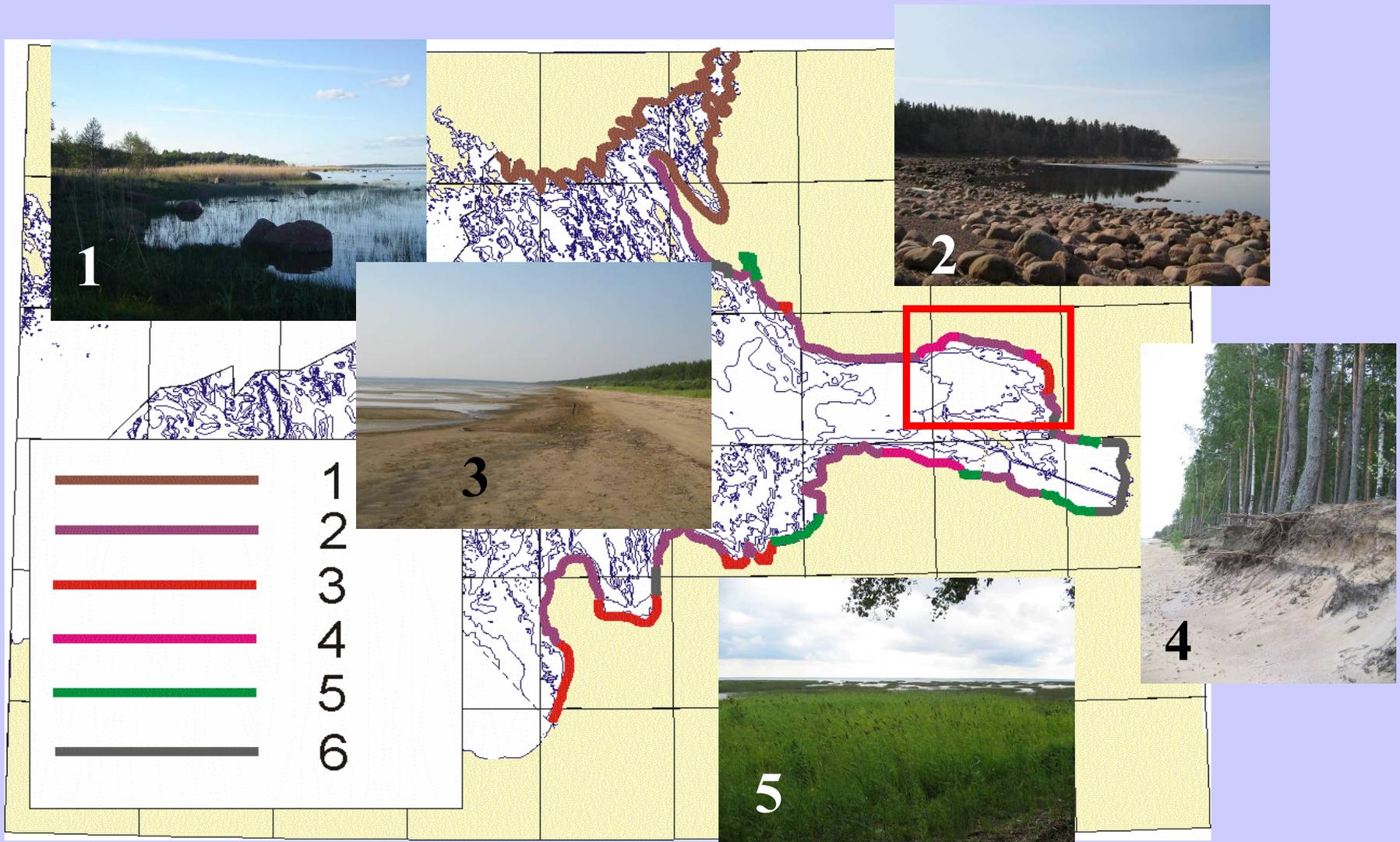
Абразионные процессы в береговой зоне восточной части Финского залива и их связь с многолетними трендами режимообразующих факторов

**Рябчук Д.В.¹, Колесов А.В.², Чубаренко Б.В.³,
Жамойда В.А.¹, Спиридонов М.А.¹**

*¹Всероссийский научно-исследовательский геологический институт
им.А.П.Карпинского (ВСЕГЕИ), С.-Петербург, Daria.Ryabchuk@vsegei.ru*

*²ГУ Санкт-Петербургский центр по гидрометеорологии и мониторингу
среды (Санкт-Петербургский ЦГМС-Р), С.-Петербург, kam@meteo.nw.ru*

*³ Атлантическое отделение Института Океанологии
им.П.П.Ширшова (АО ИО РАН), Калининград, chuboris@mail.ru*



Типизация береговой зоны восточной части Финского залива. 1 – шхерный; 2 – абразионный валунный (моренный); 3 – аккумулятивный песчаный; 4 – абразионный песчаный; 5 – аккумулятивный илистый (с зарастанием подводного берегового склона водной растительностью); 6 – техногенный.

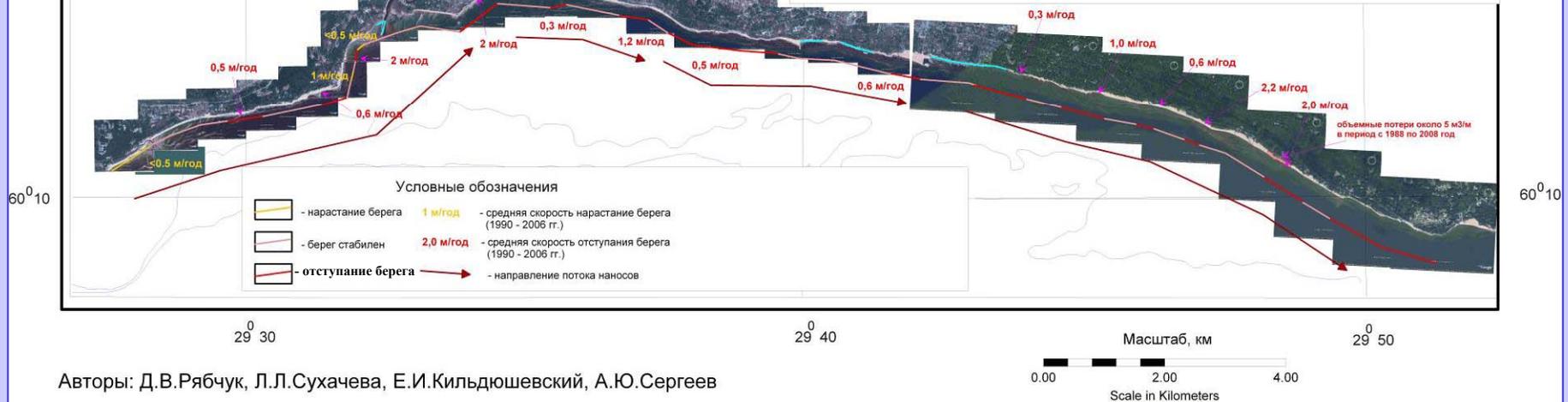
29° 30'

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)

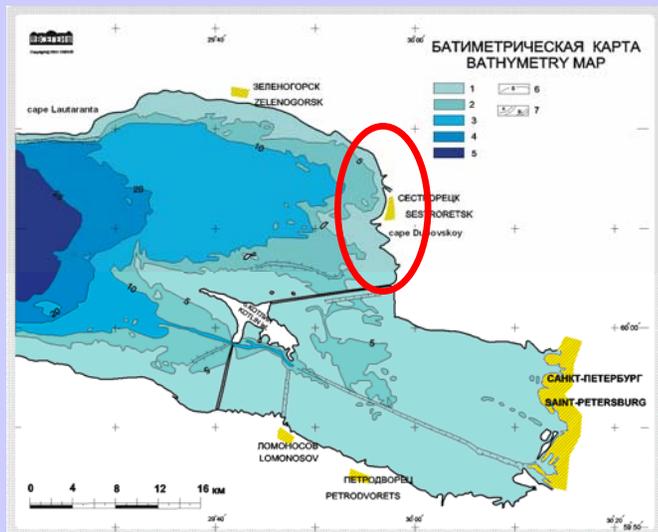


Авторы: Д.В.Рябчук, Л.Л.Сухачева, Е.И.Кильдюшевский, А.Ю.Сергеев

Большинство берегов относится к отступающим. 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)

Нарастание берега со скоростью от 0,5 до 1 м/год наблюдается локально в устьевых частях ручьев и рек



1987



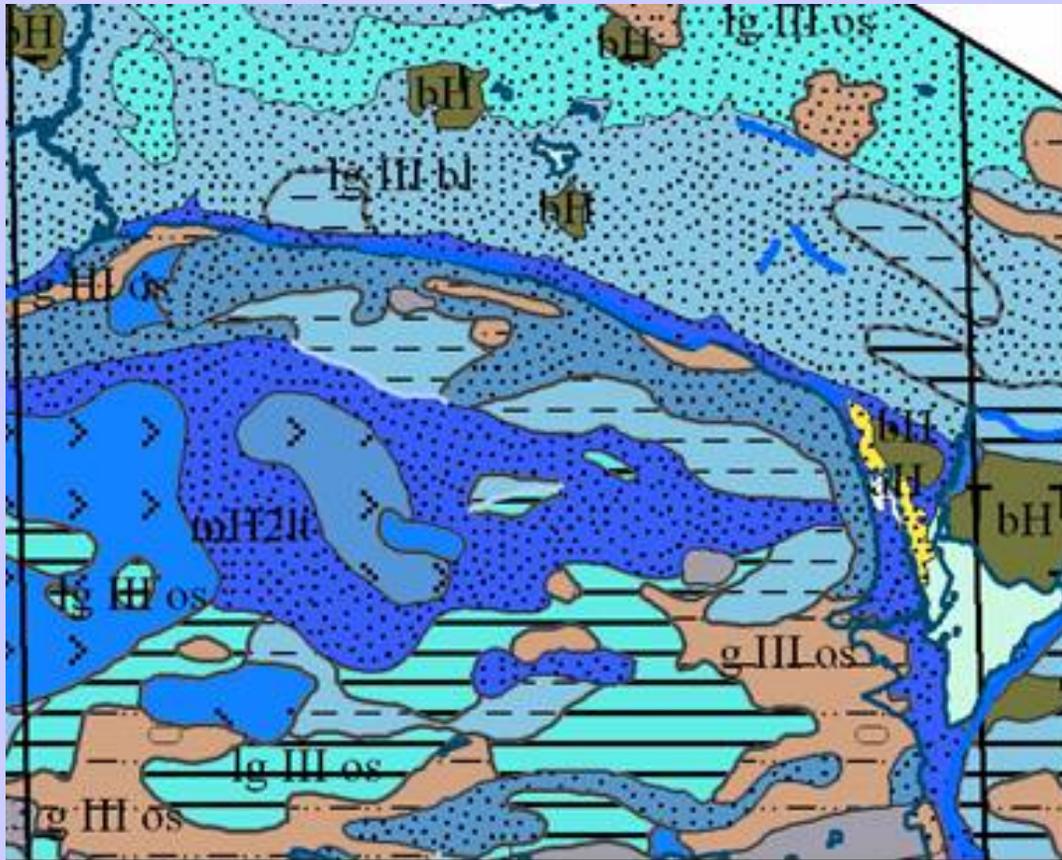
2003

Песчаный пляж г.Сестрорецка

И.И.Шишкин. 1891 г. После бури. Мери-Хови (Репино)

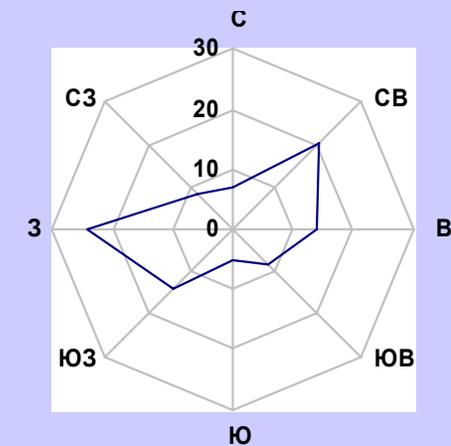
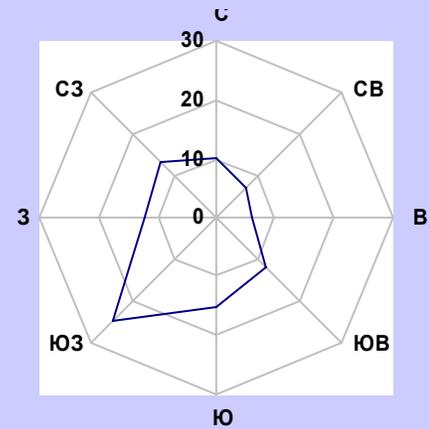


Природные причины размыва берегов



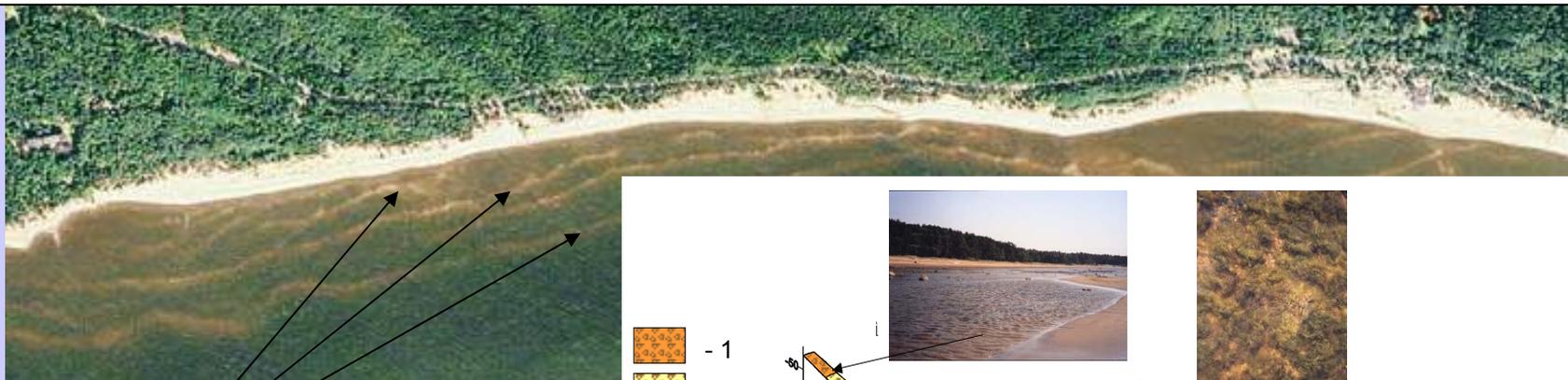
1. Геологическое строение береговой зоны, с преобладанием неустойчивых к размыву четвертичных отложений

Фрагмент карты четвертичных отложений восточной части Финского залива м-ба 1:200 000, ВСЕГЕИ (Москаленко, Нестерова, 2006)

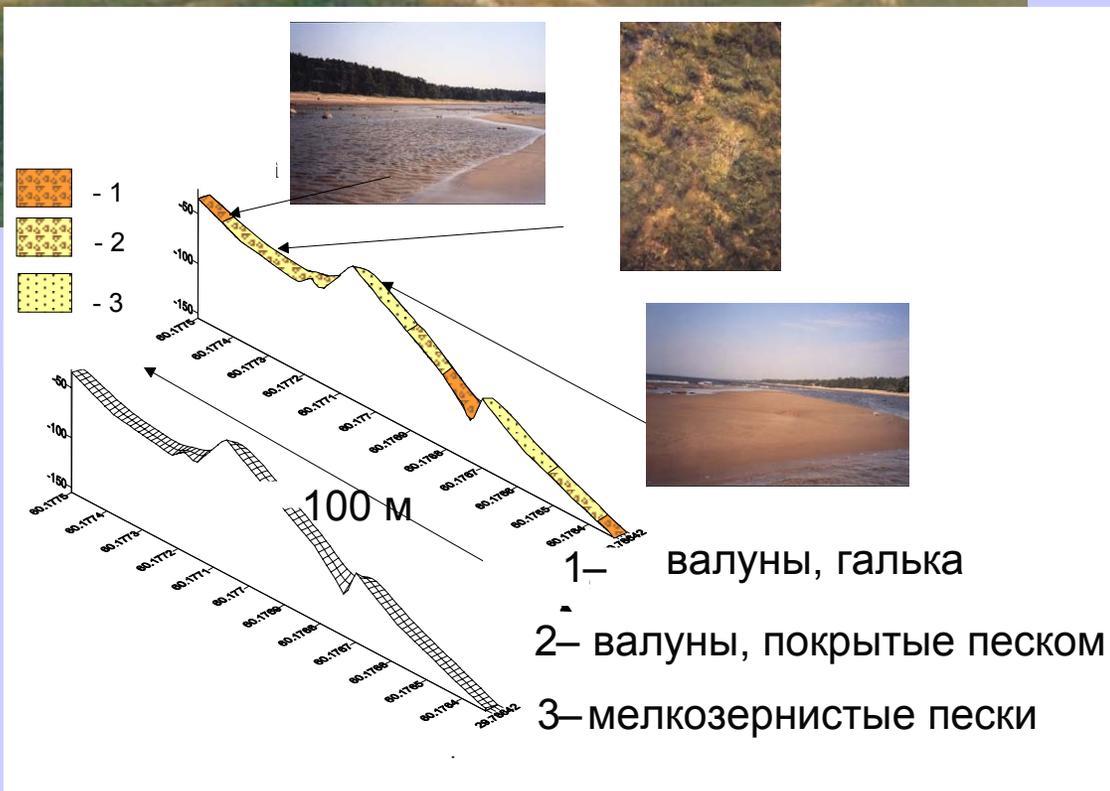


2. Экспозиция береговой линии по отношению к преобладающему направлению волнения (запад-юго-запад). В будущем рядом ученых прогнозируется увеличение повторяемости западных ветров и усиление штормовой активности

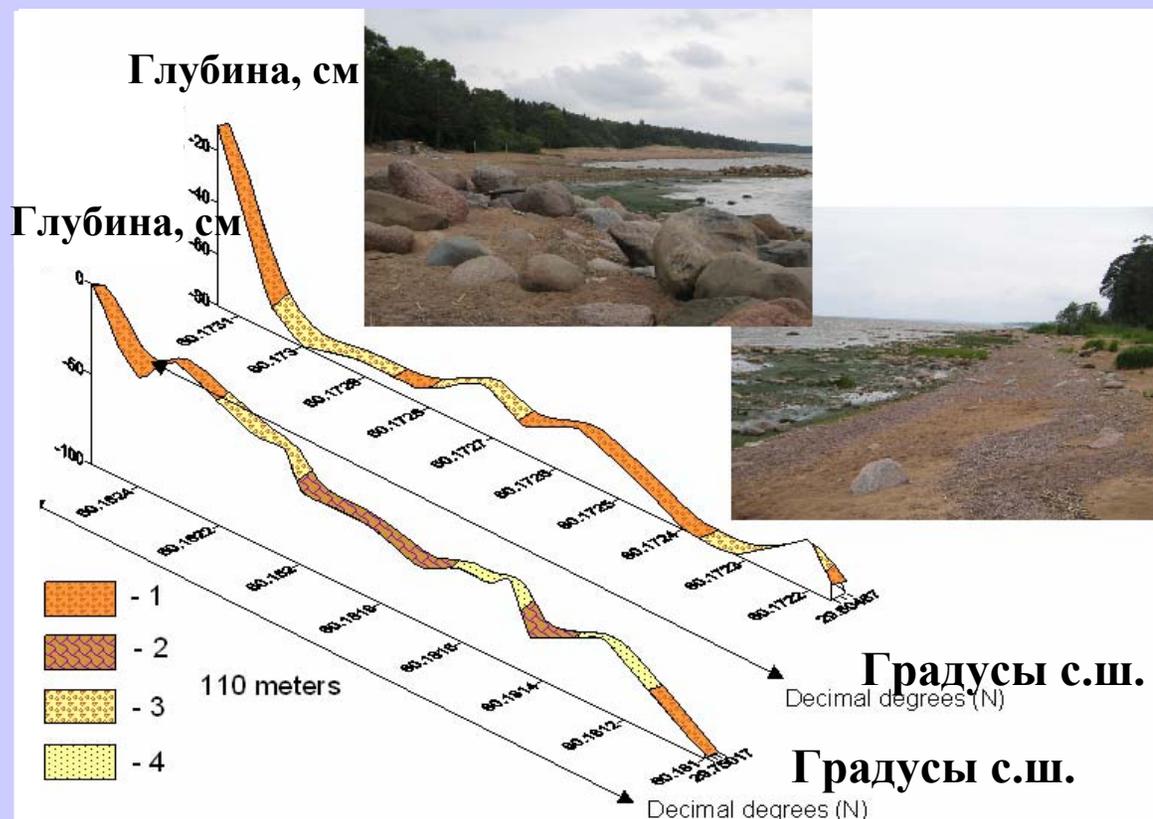
Поток наносов направлен на восток. Песок перемещается вдоль берега в виде подводных песчаных валов, между которыми на дне обнажаются грубообломочные осадки или морена.



Вдольбереговые подводные песчаные валы (Комарово)
 1 – пляж; 2 – вдольбереговые песчаные валы; 3 – валуны;
 4 – граница развития песчаных осадков.

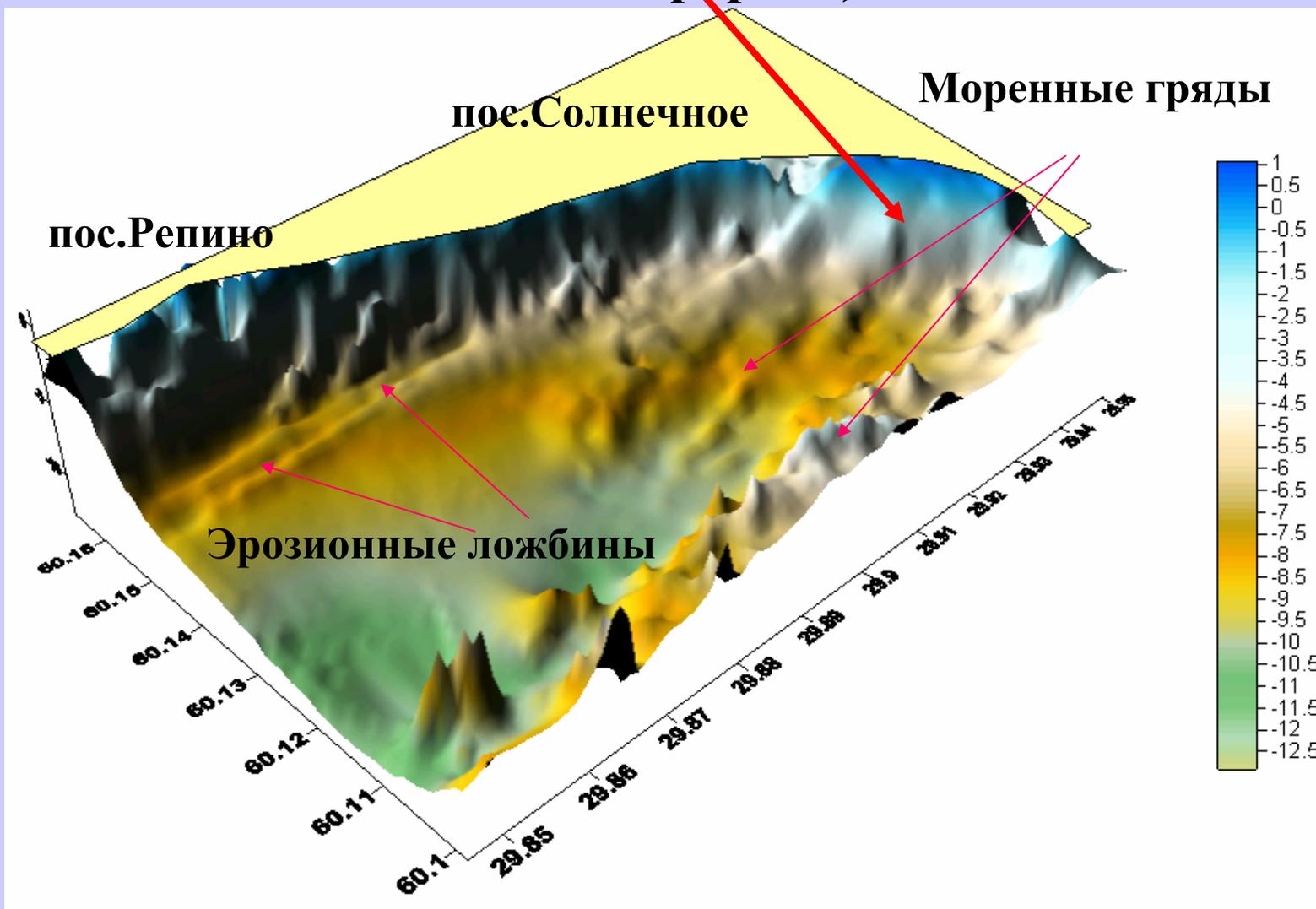


3. Острый дефицит осадочного материала в береговой зоне, вызванный сформированным на значительной части площади в ходе размыва ледниковых отложений валунно-галечным бенчем, вызывающий активный размыв берегов



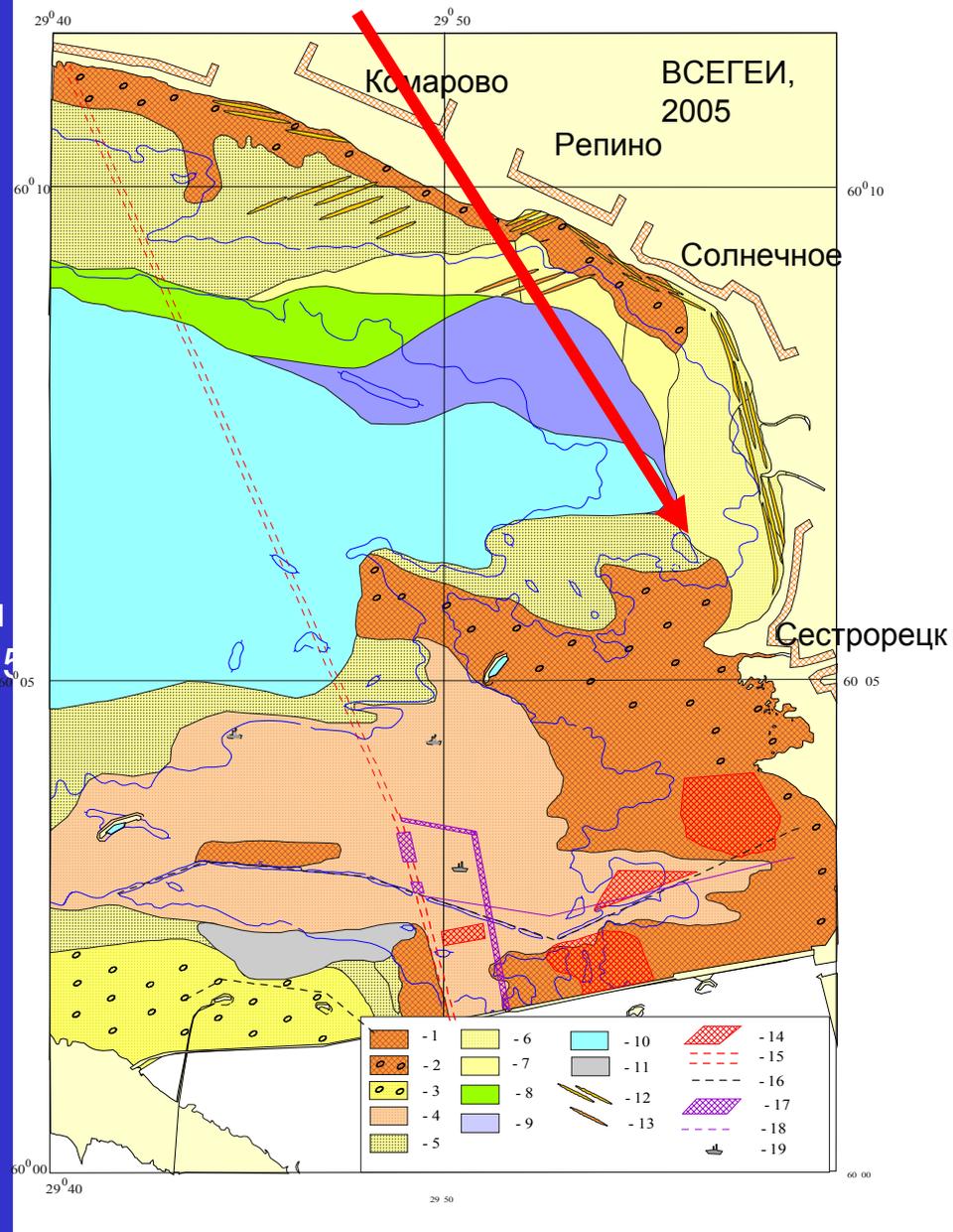
1 – валуны, галька, гравий; 2 – обнажения морены; 3 – пески с валунами; 4 – пески

4. Строение подводного берегового склона в районе разгрузки потока наносов (пос.Солнечное-г.Сестрорецк)

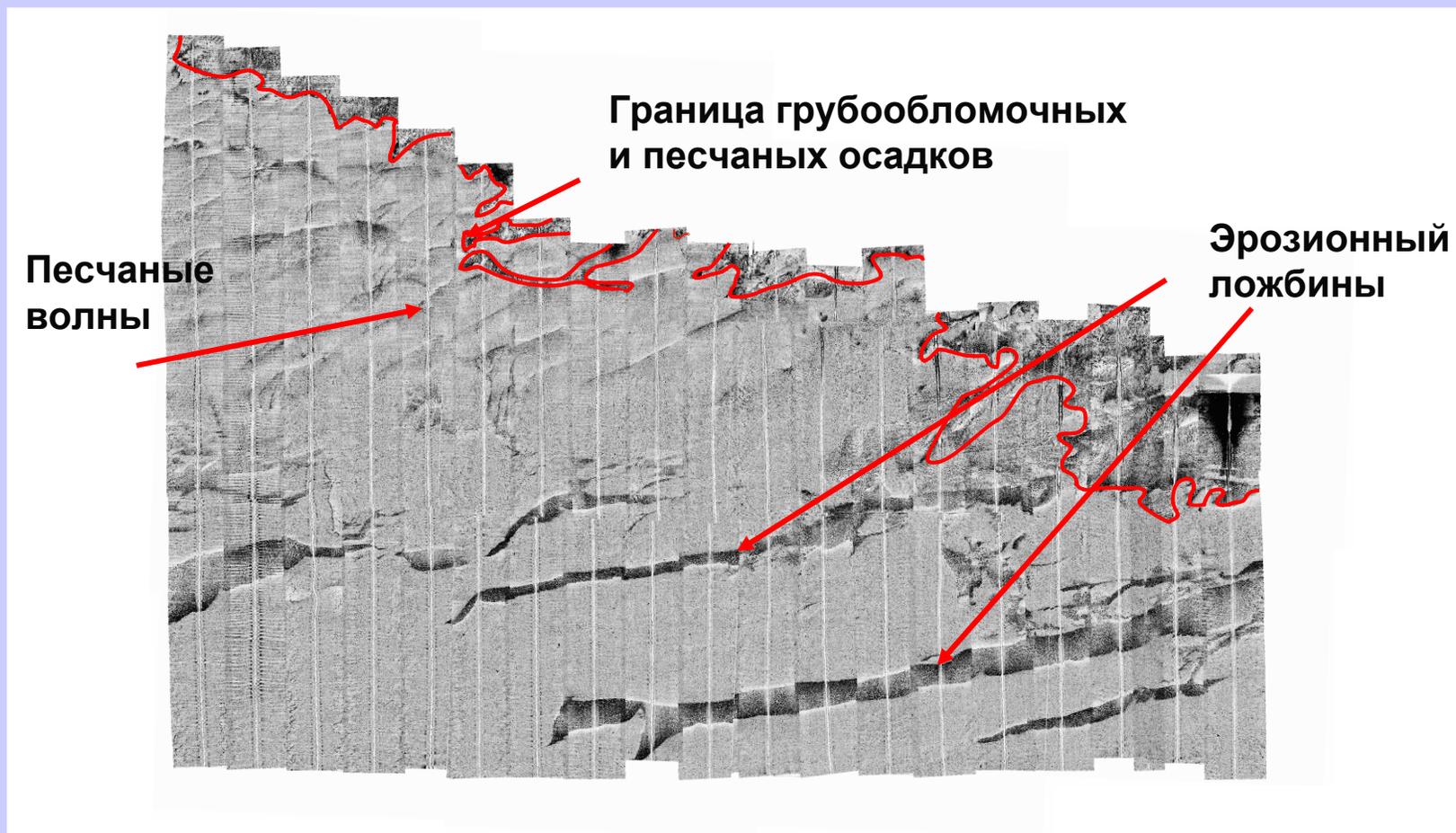


Литологическая карта прибрежного мелководья Курортного района С.-Петербурга

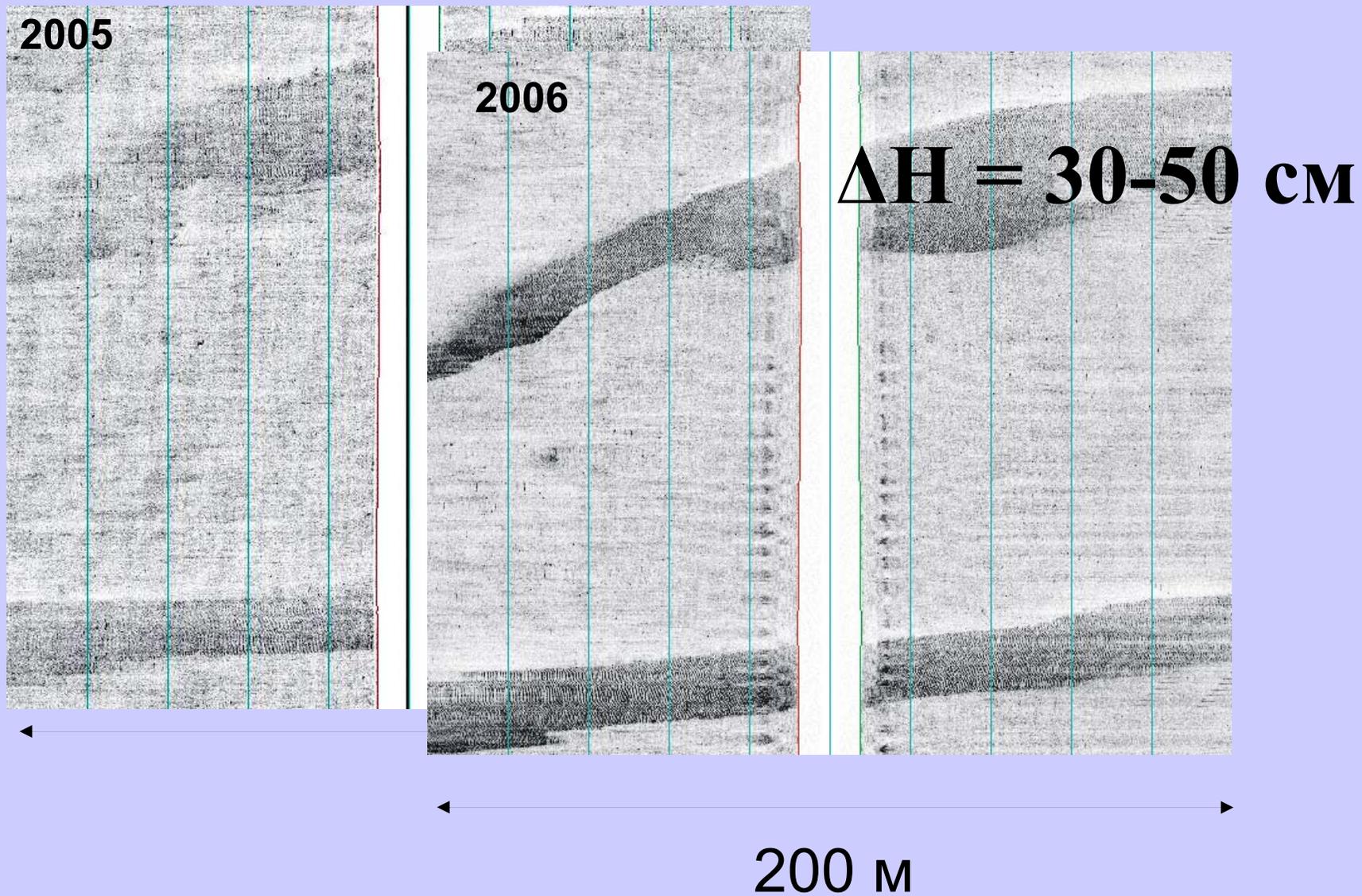
1 – пески с гравием и галькой; 2 – пески с гравием, галькой и валунами; 3 – пески с валунами; 4 – разнозернистые; 5 – крупно-среднезернистые; 6 – средне-мелкозернистые; 7 – мелкозернистые; 8 – алевритовые; 9 – песчано-глинистые алевриты; 10 – алевро-пелитовые илы, 11- техногенные осадки; 12 – подводные песчаные валы; 13 – эрозионные ложбины; 14 – зоны техногенно измененного рельефа; 15 – фарватеры; 16 – ряжевые преграды; 17 – зоны повышенной аккумуляции; 18 – ряжевые преграды, занесенные осадками; 19 – затонувшие суда.



5. Эрозионные ложбины и песчаные волны на поверхности дна. Береговая зона Курортного района

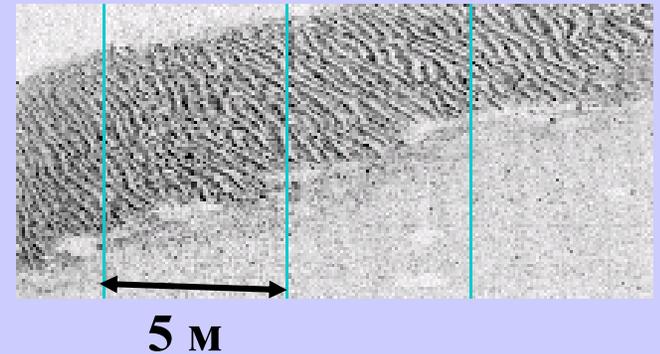
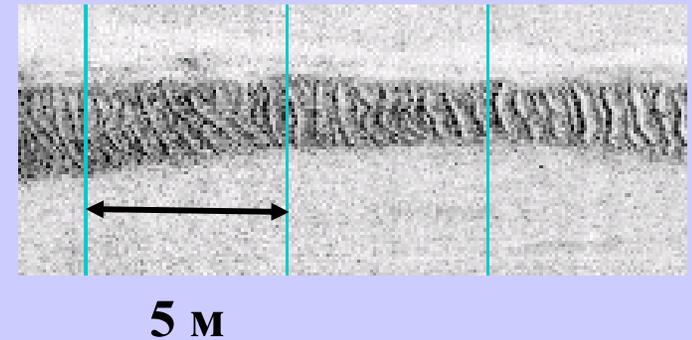
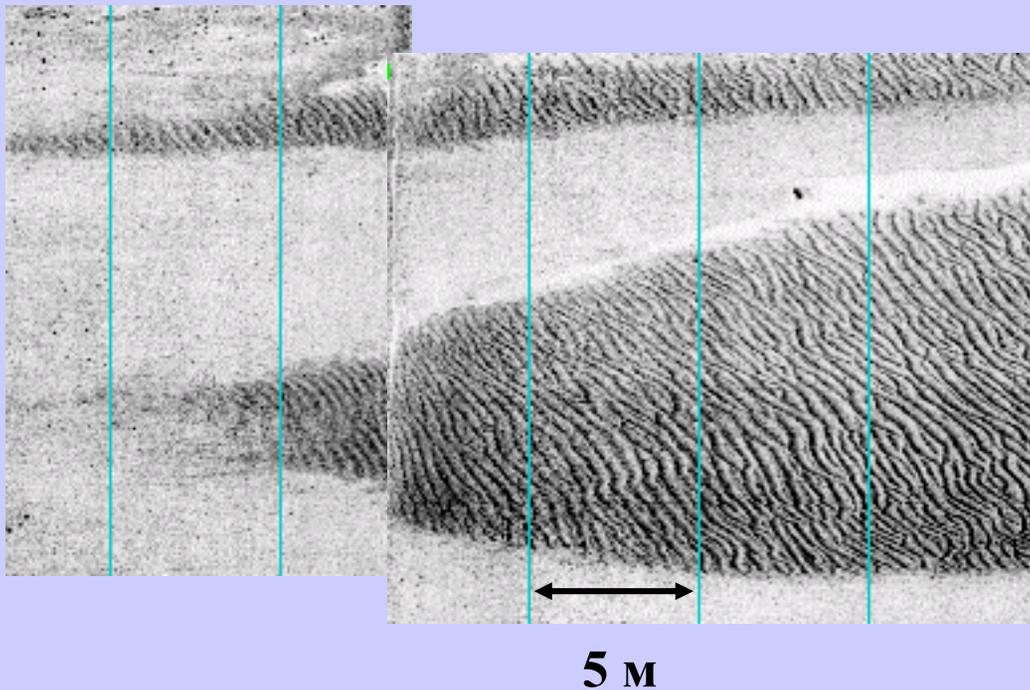
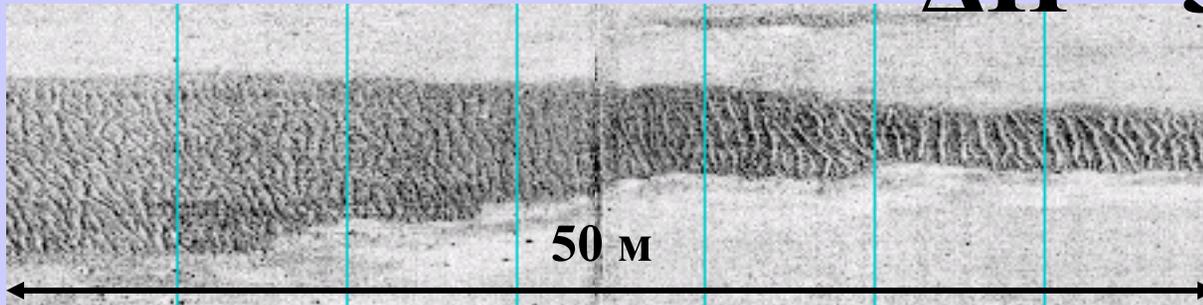


Эрозионные ложбины стока

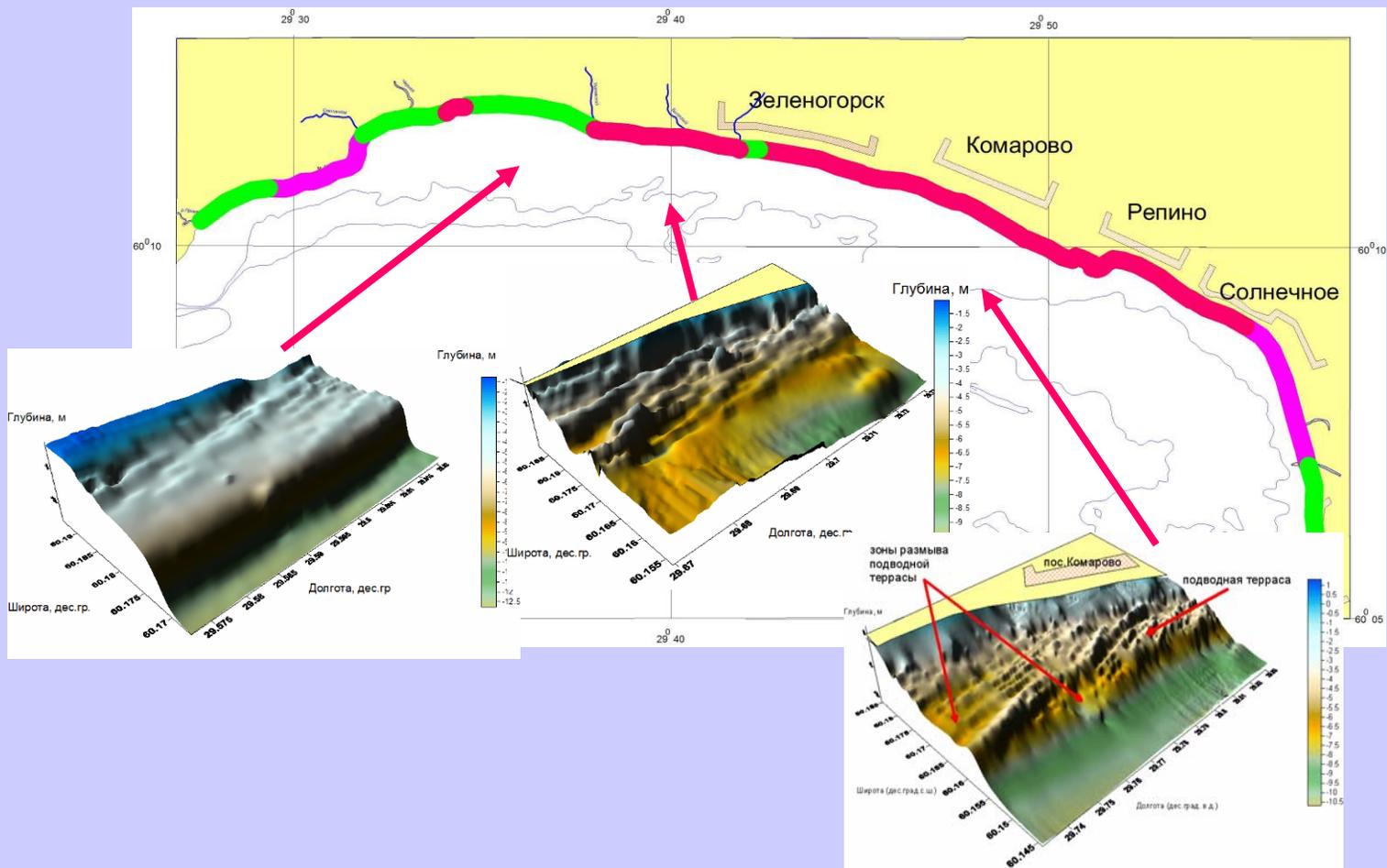


Знаки ряби на поверхности дна эрозионных ложбин

$\Delta H = 30-50$ см

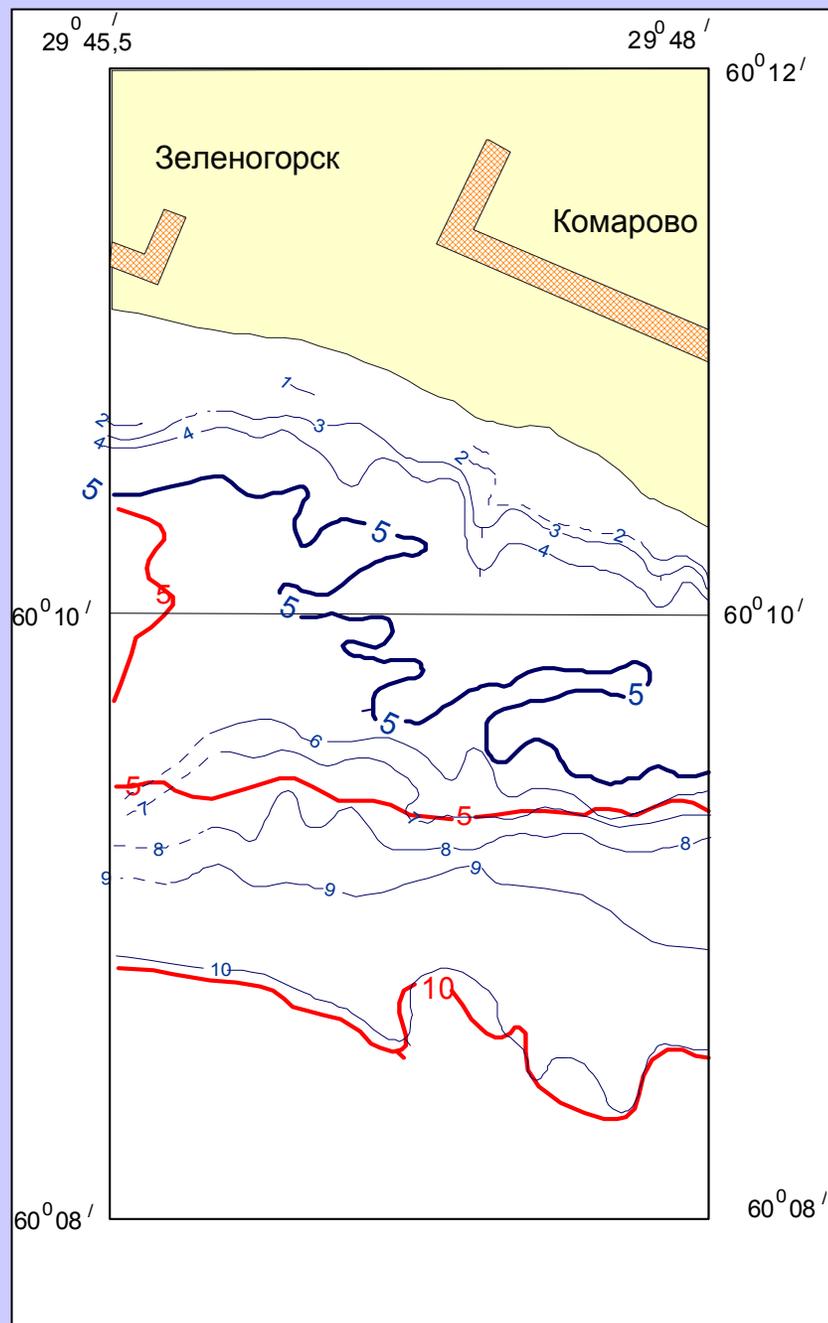


6. Выявленный в ходе исследований прогрессирующий размыв мористого края подводной песчаной террасы в районе Зеленогорска-Комарово, которая защищает берег от наиболее сильных штормов.

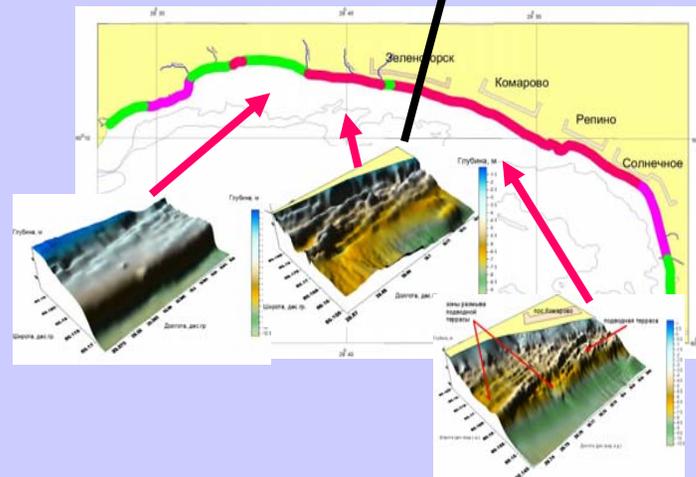
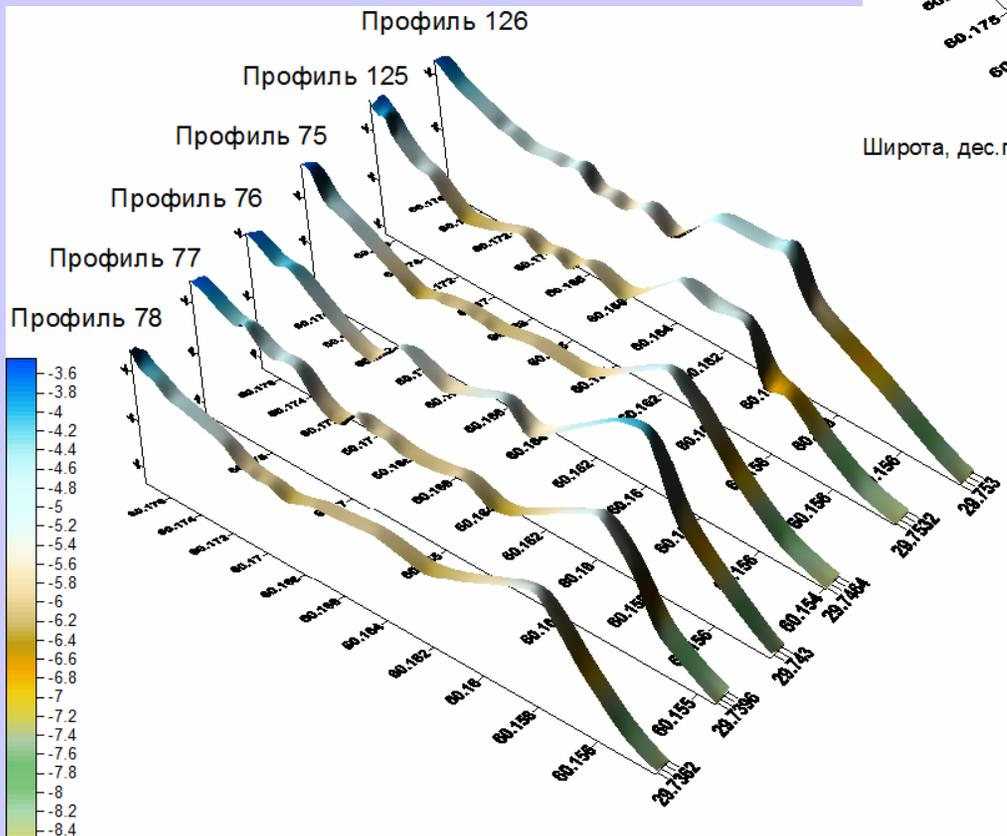
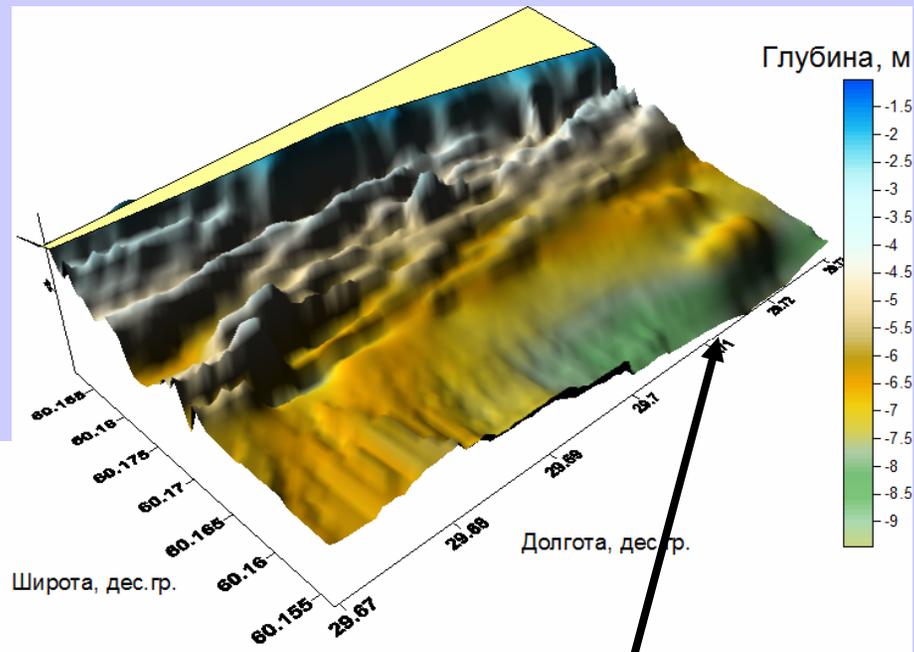


Изменение глубин на подводном береговом склоне напротив пос.Комарово

Красные линии – изобаты с
навигационной
карты 1989 года,
Синие линии – результаты
изменений глубин,
Выполненных в 2005 году ВСЕГЕИ

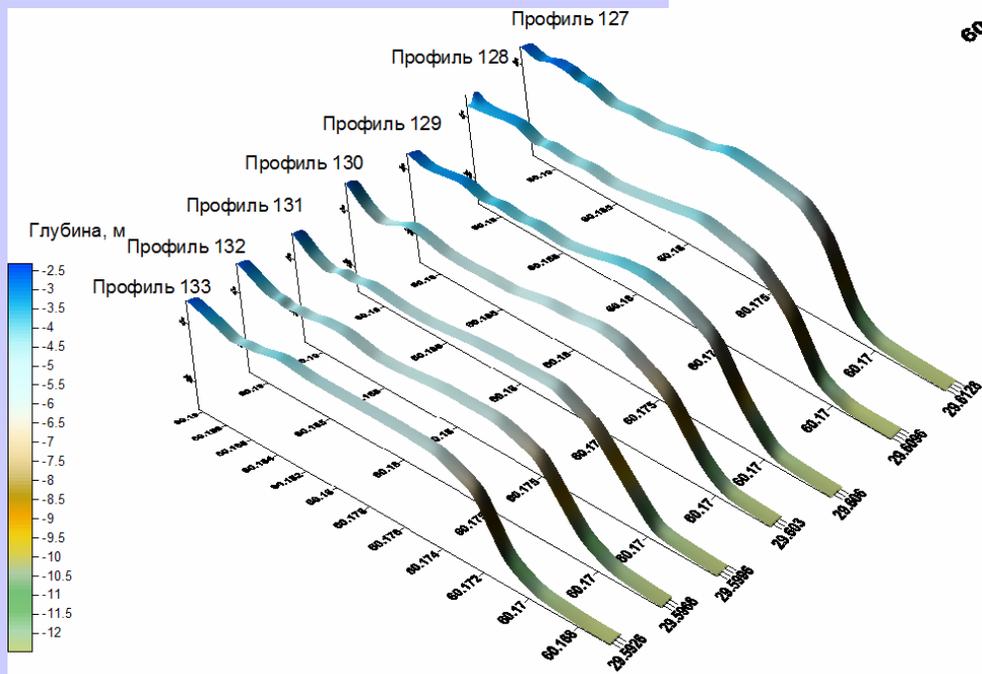
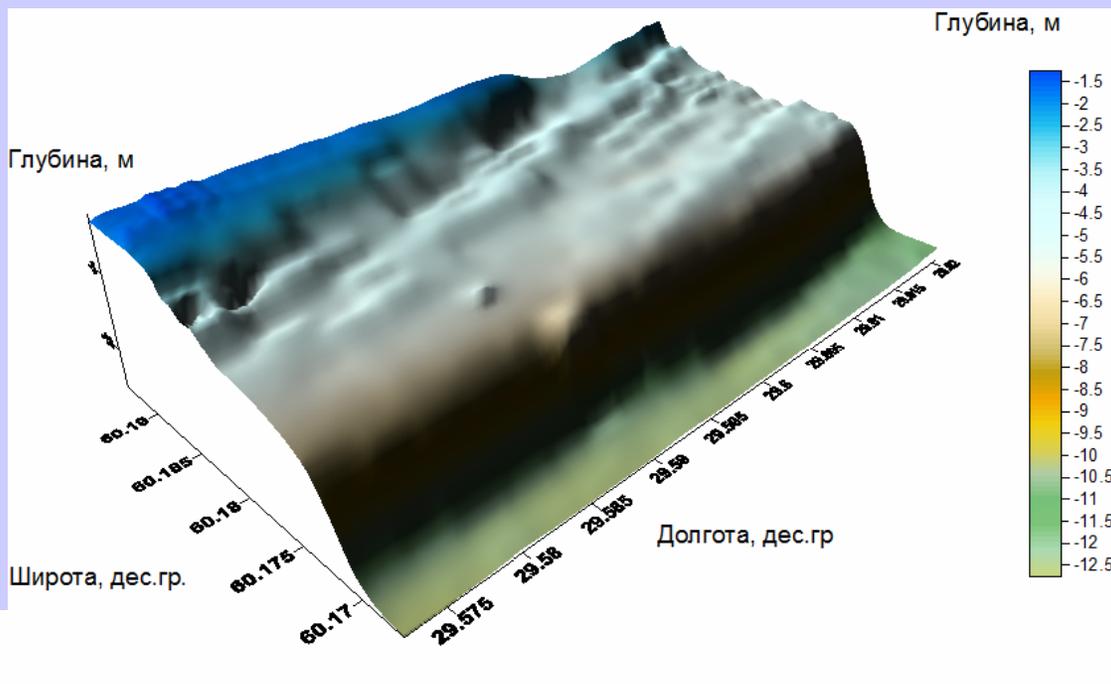
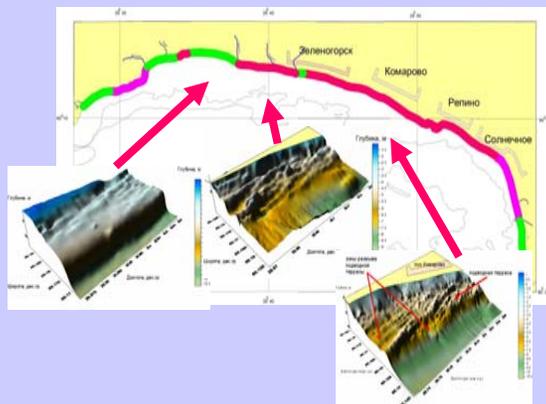


Наиболее сильно размытая часть террасы напротив г. Зеленогорска



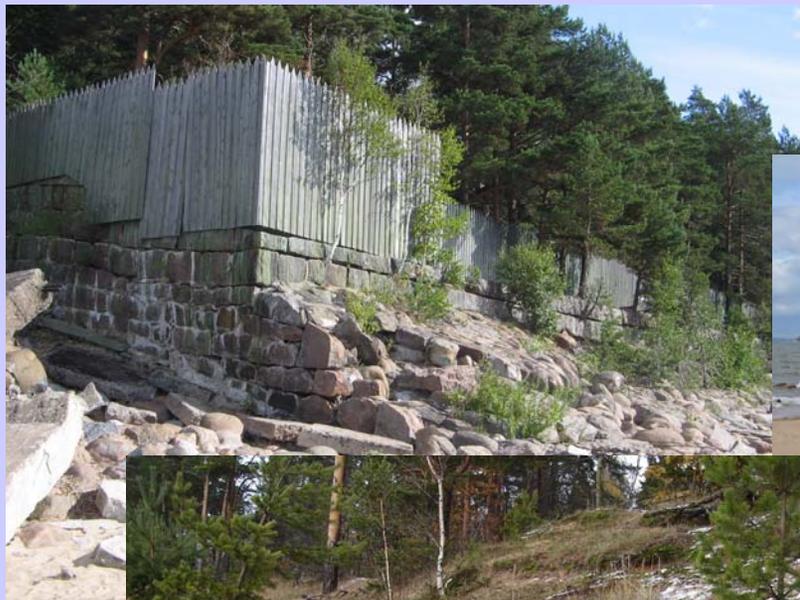
В западном направлении поверхность террасы постепенно сглаживается, уступ становится более четким



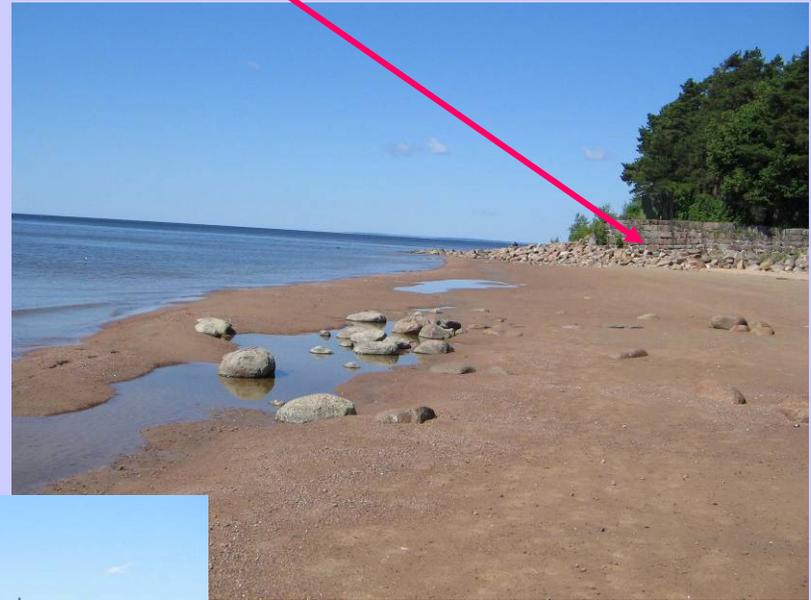


Западная часть
часть террасы
(напротив устья
р.Черная) не
повреждена

7. Гидрометеорологические явления



Берегозащитное сооружение



**Временные формы
песчаной
аккумуляции,
пос.Репино,
30 июня 2006 г.**

**Вода в тыловой части
пляжа пос.Репино
после наводнения и
шторма**



**29 октября
2006 года**

**10 октября
2006 года**



Размыв пляжа и авандюны в пос. Солнечное после наводнения и шторма



**15 июня
2006 года**



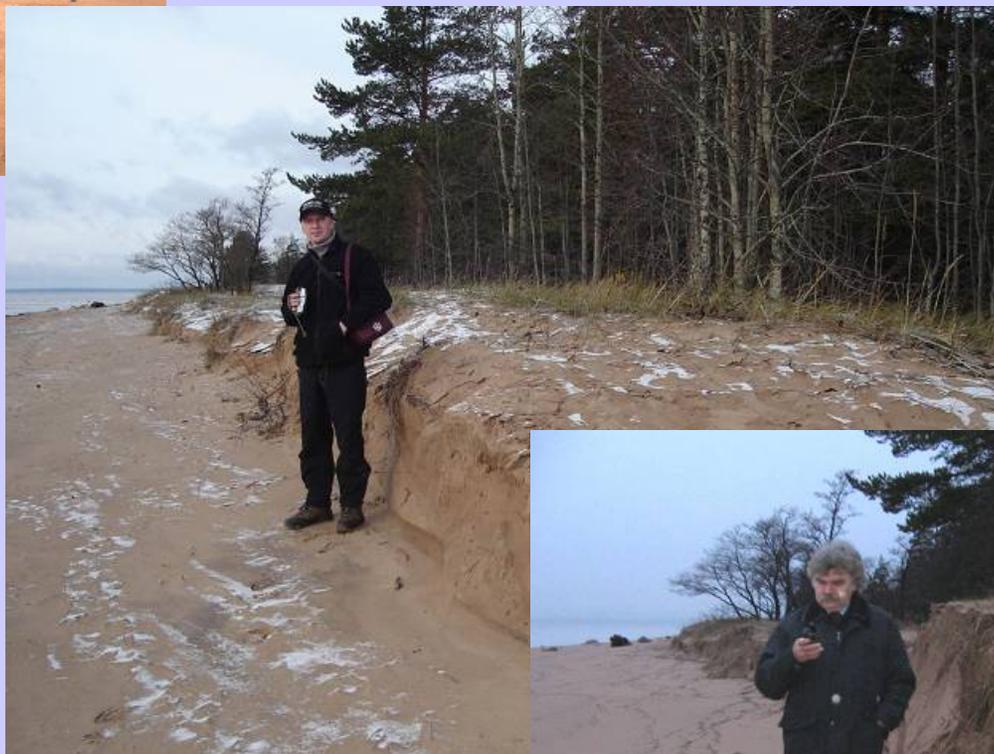
**29 октября
2006 года**





**15 июня
2006 года**

**Размыв авандюны на
пляже пос.Комарово после
наводнения и шторма**



**29 октября
2006 года**



**11 января
2007 года**



**2000 - ... -
28 июня
2006 г.**

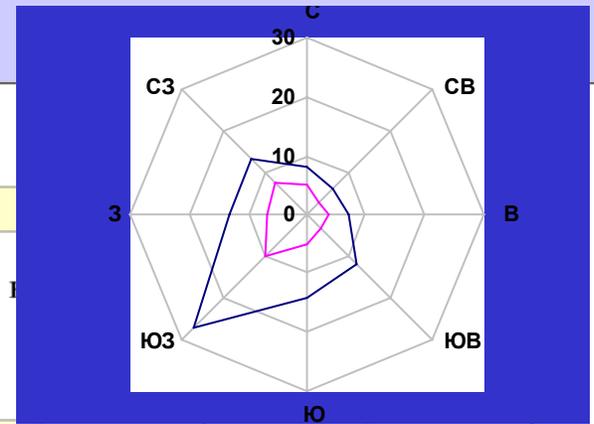
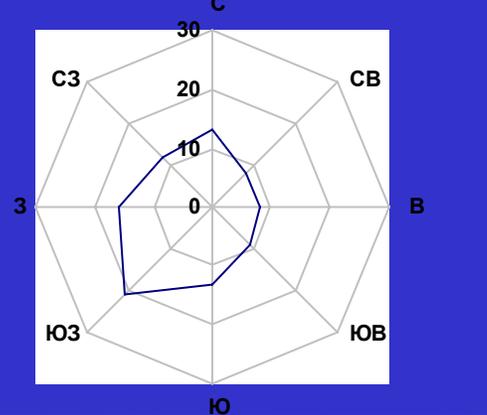


**11 января
2007 г.**



**27 июля
2008 г.**

Озерки



Ломоносов

Озерки

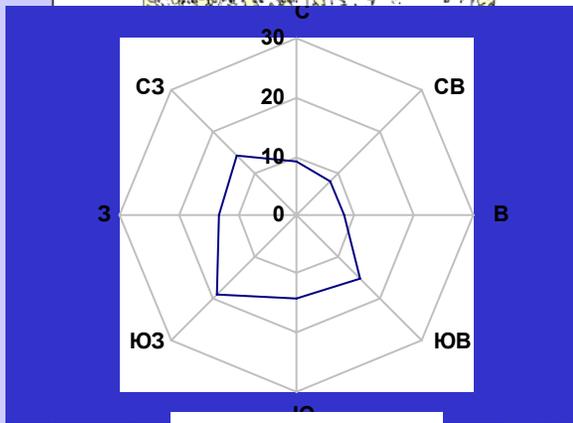
Кронштадт

Лисий Нос

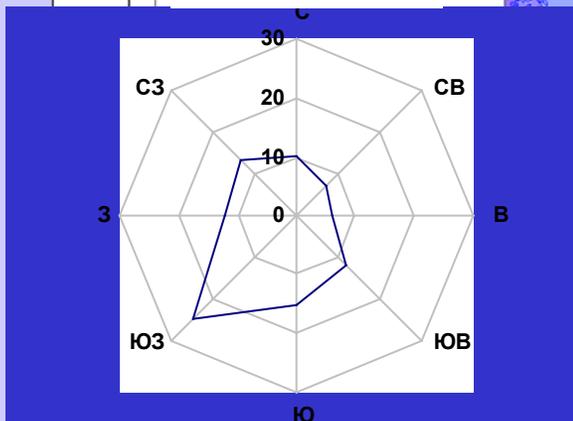
Ломоносов

Петербург

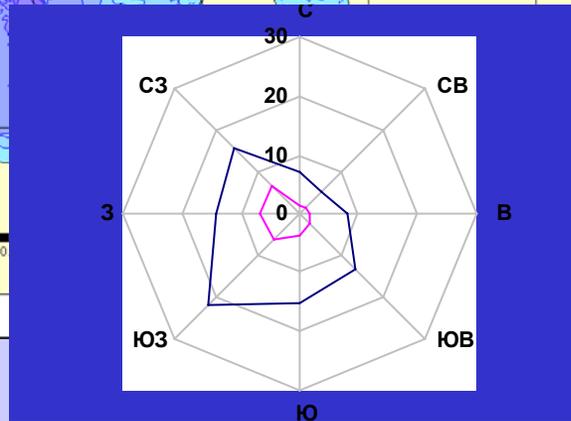
Лисий Нос



Кронштадт

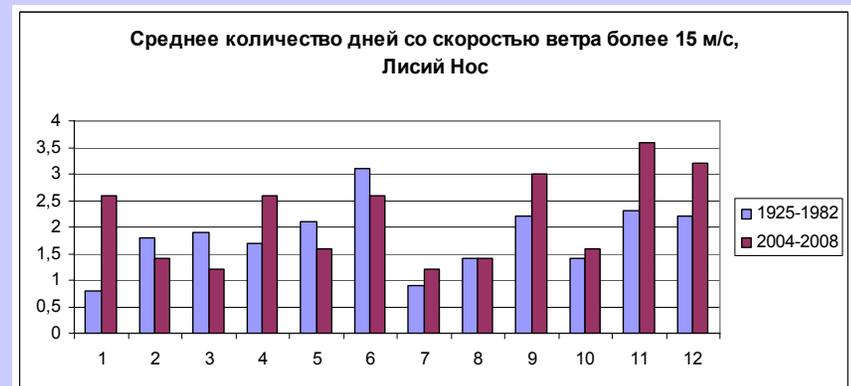
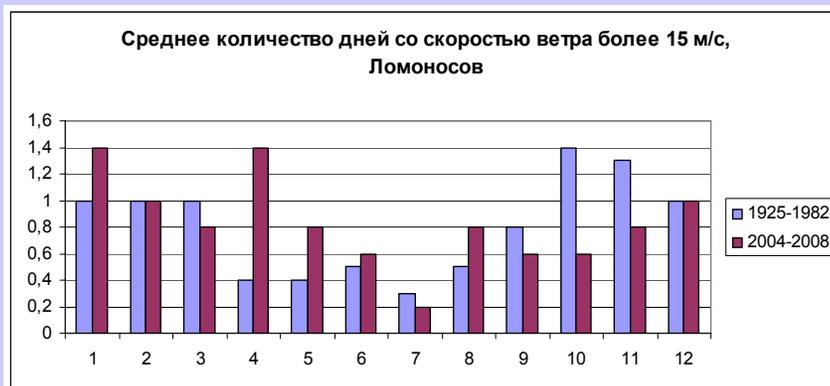


Невская (Петербург)

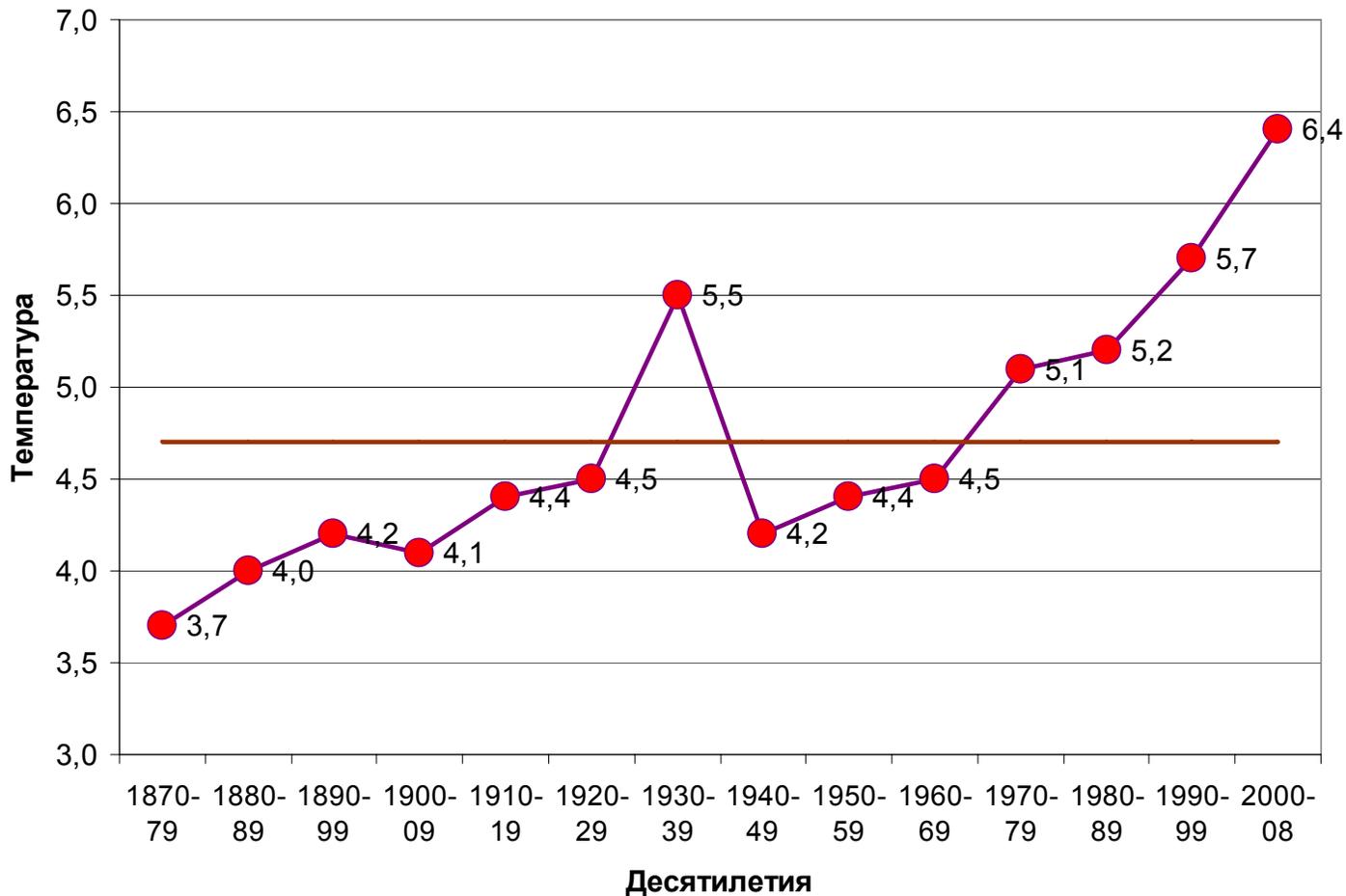


Среднее количество дней со скоростью ветра более 15 м/с

| Станция | Ломоносов | Лисий Нос | Петербург |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Среднее (Климат Ленинграда, 1982) | 11 | 22 | 2 |
| 2004 | 13 | 28 | 2 |
| 2005 | 17 | 21 | 4 |
| 2006 | 9 | 18 | 3 |
| 2007 | 7 | 24 | 2 |
| 2008 | 16 | 37 | 6 |
| Среднее (2004-2008) | 10 | 25 | 3 |



Средняя температура по десятилетиям с 1870 по 2008 г.

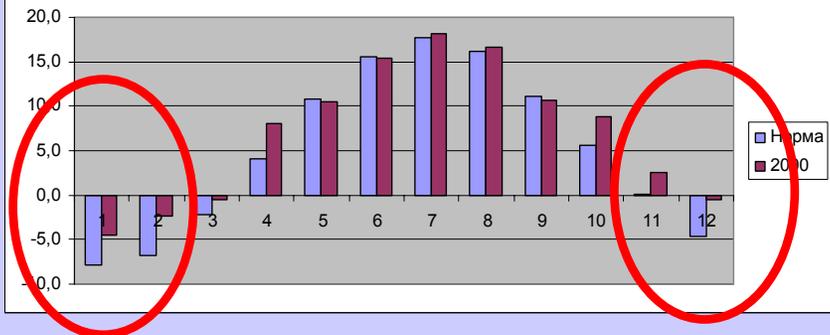


Санкт-Петербургский ЦГМС-Р

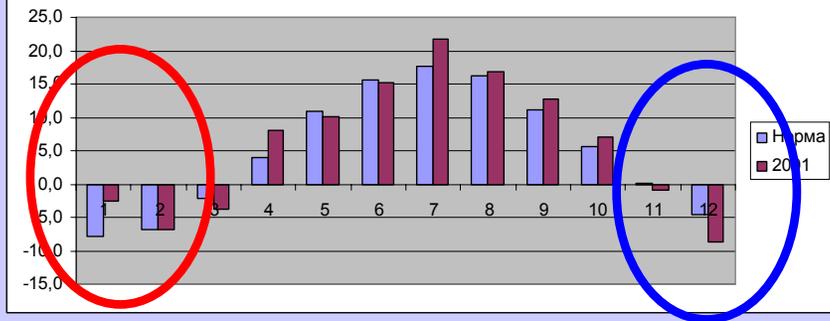
Температура среднемесячная по Петербургу в последнее десятилетие

| Месяц | НОРМА | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|--|-------------|-------------|
| январь | -7,8 | -4,5 | -2,6 | -4,5 | -9,5 | -8,2 | -1,6 | -5,8 | -2,5 | -1,8 | -3,5 |
| февраль | -6,8 | -2,4 | -6,9 | -0,6 | -5,8 | -5,5 | -6,4 | - 1 0 ' 7 | - 1 0 ' 5 | -0,1 | -3,9 |
| март | -2,2 | -0,5 | -3,8 | 0,5 | -1,6 | -0,5 | -6,1 | -6,2 | 3,6 | 0,4 | -0,8 |
| апрель | 4,1 | 8,1 | 8,0 | 6,1 | 2,3 | 5,0 | 4,6 | 5,4 | 5,2 | 7,0 | 4,3 |
| май | 10,9 | 10,5 | 10,2 | 12,4 | 12,1 | 11,1 | 11,1 | 11,8 | 12,3 | 11,0 | 12,1 |
| июнь | 15,6 | 15,5 | 15,2 | 16,8 | 13,0 | 14,8 | 15,5 | 17,0 | 16,0 | 15,1 | |
| июль | 17,7 | 18,2 | 21,8 | 20,8 | 21,4 | 18,5 | 20,1 | 19,2 | 18,5 | 17,8 | |
| август | 16,2 | 16,6 | 16,8 | 18,8 | 16,6 | 17,8 | 17,9 | 18,9 | 19,6 | 16,1 | |
| сентябрь | 11,1 | 10,6 | 12,7 | 11,7 | 12,4 | 13,2 | 13,6 | 14,2 | 12,1 | 10,7 | |
| октябрь | 5,7 | 8,8 | 7,1 | 1,5 | 5,1 | 6,5 | 7,7 | 8,1 | 7,5 | 8,7 | |
| ноябрь | 0,1 | 2,6 | -0,9 | -2,2 | 2,4 | -0,1 | 3,5 | 1,7 | -0,7 | 3,0 | |
| декабрь | -4,6 | -0,5 | -8,8 | -9,7 | -0,7 | -0,7 | -3,6 | 3,0 | 0,8 | -0,8 | |
| Средняя | 5,0 | 6,9 | 5,7 | 6,0 | 5,6 | 6,0 | 6,4 | 6,4 | 6,8 | 7,3 | 1,6 |
| Отклонение | | 1,9 | 0,7 | 1,0 | 0,6 | 1,0 | 1,4 | 1,4 | 1,8 | 2,3 | -3,4 |

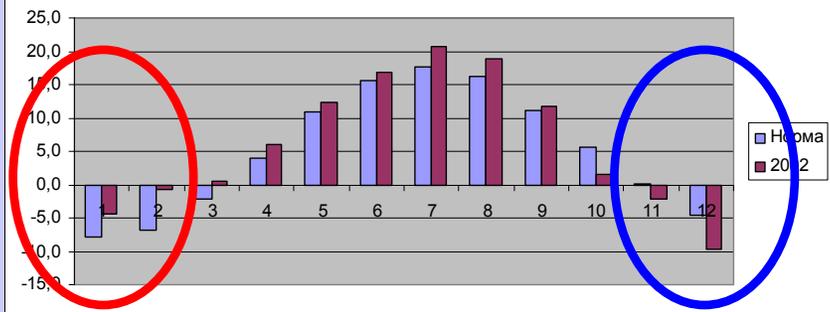
Среднемесячная температура в 2000 году



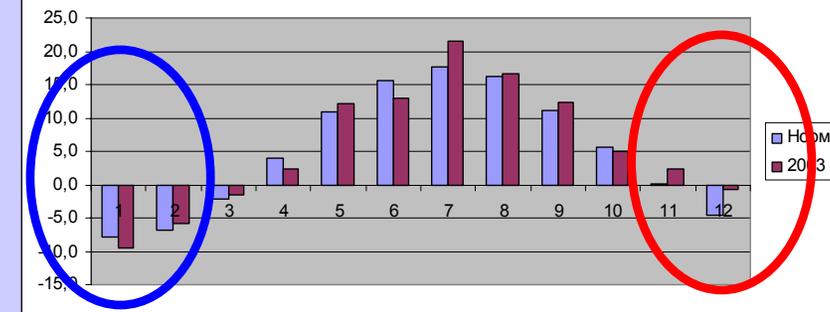
Среднемесячная температура в 2001 году



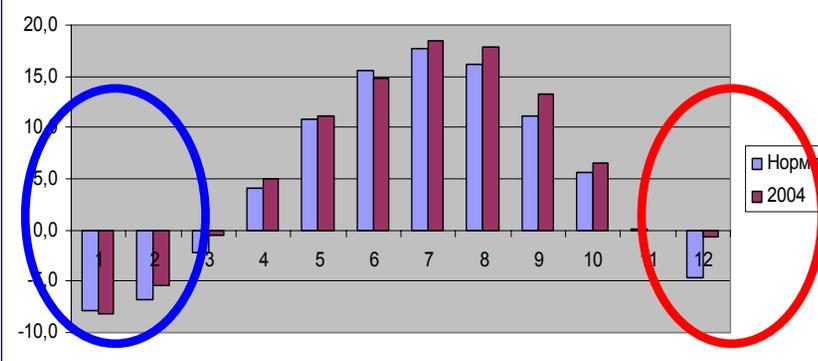
Среднемесячная температура в 2002 году



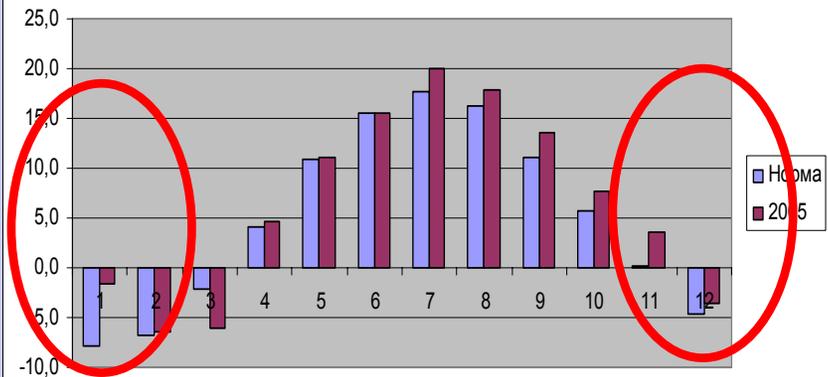
Среднемесячная температура в 2003 году



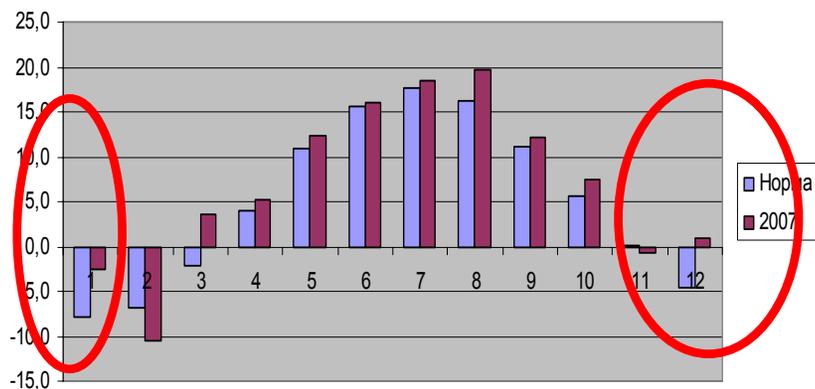
Среднемесячная температура в 2004 году



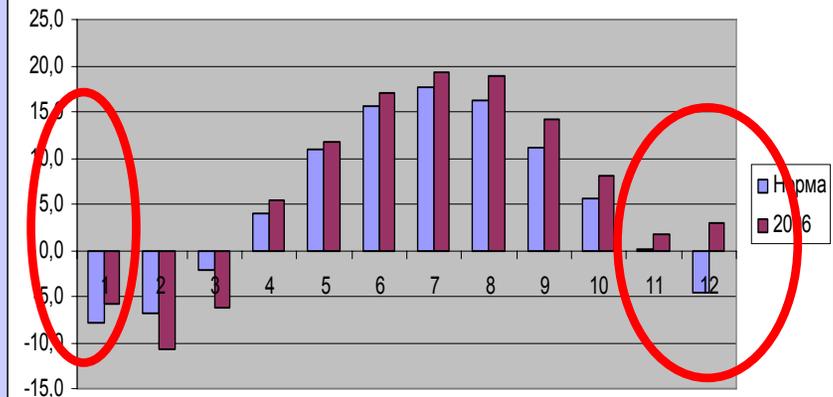
Среднемесячная температура в 2005 году



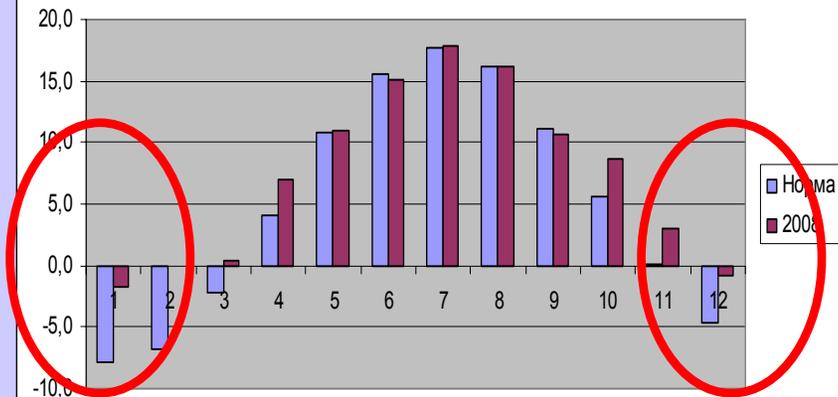
Среднемесячная температура в 2007 году



Среднемесячная температура в 2006 году



Среднемесячная температура в 2008 году





1 – средние даты образования льда за 1964-1990 гг.;

2 – 2003-2004 г.,

3 – 2004-2005 г.,

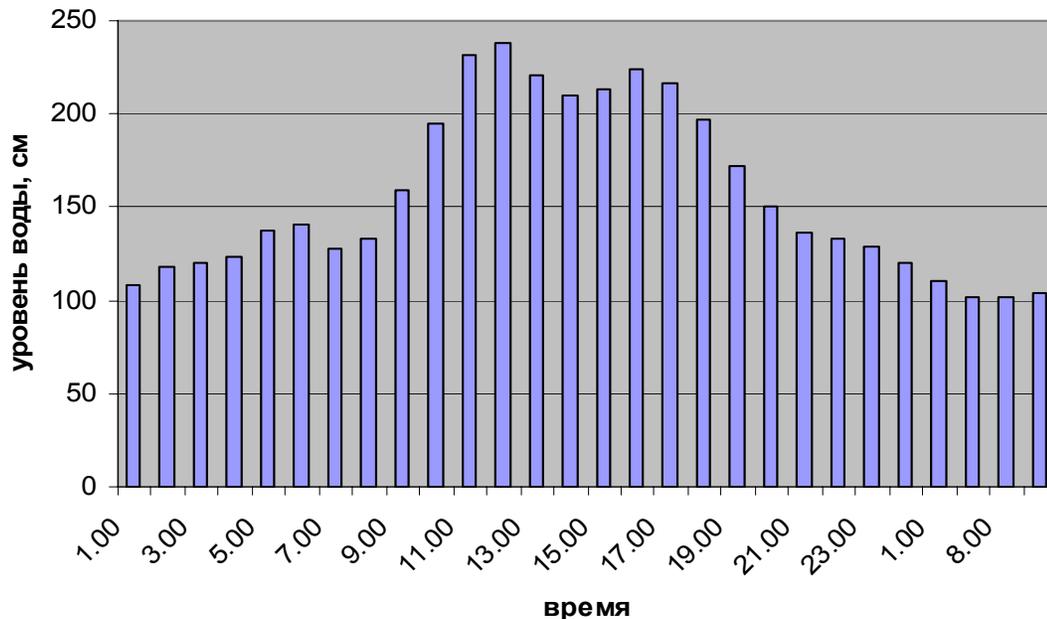
4 – 2005-2006 г.,

5 – 2006-2007 г.,

6 – 2007-2008 г.



Подъем уровня 9.01 - 10.01.2005



48% наводнений
 произошли при движении
 циклонов с юго-запада;
41% - с запада;
6% - с северо-запада;
5% - с юга.

уровни воды (более 100 см),
 2005 год

Кронштадт

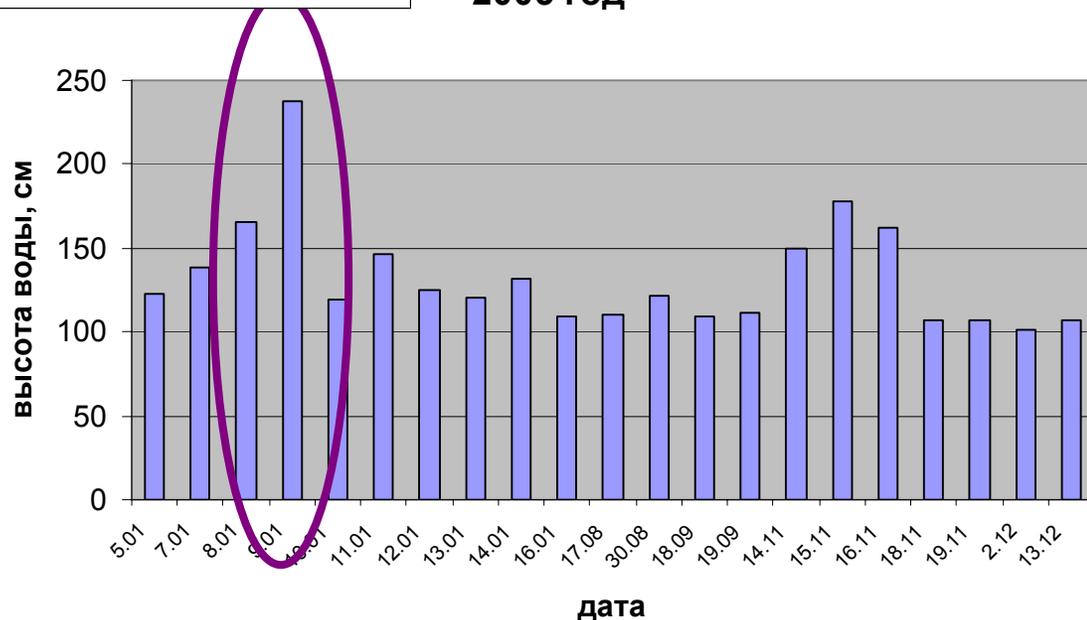
Время Направление Скорость Порывы

| | | | | |
|------------|-------|-----|---|----|
| 09.01.2005 | 15:00 | 260 | 6 | 19 |
|------------|-------|-----|---|----|

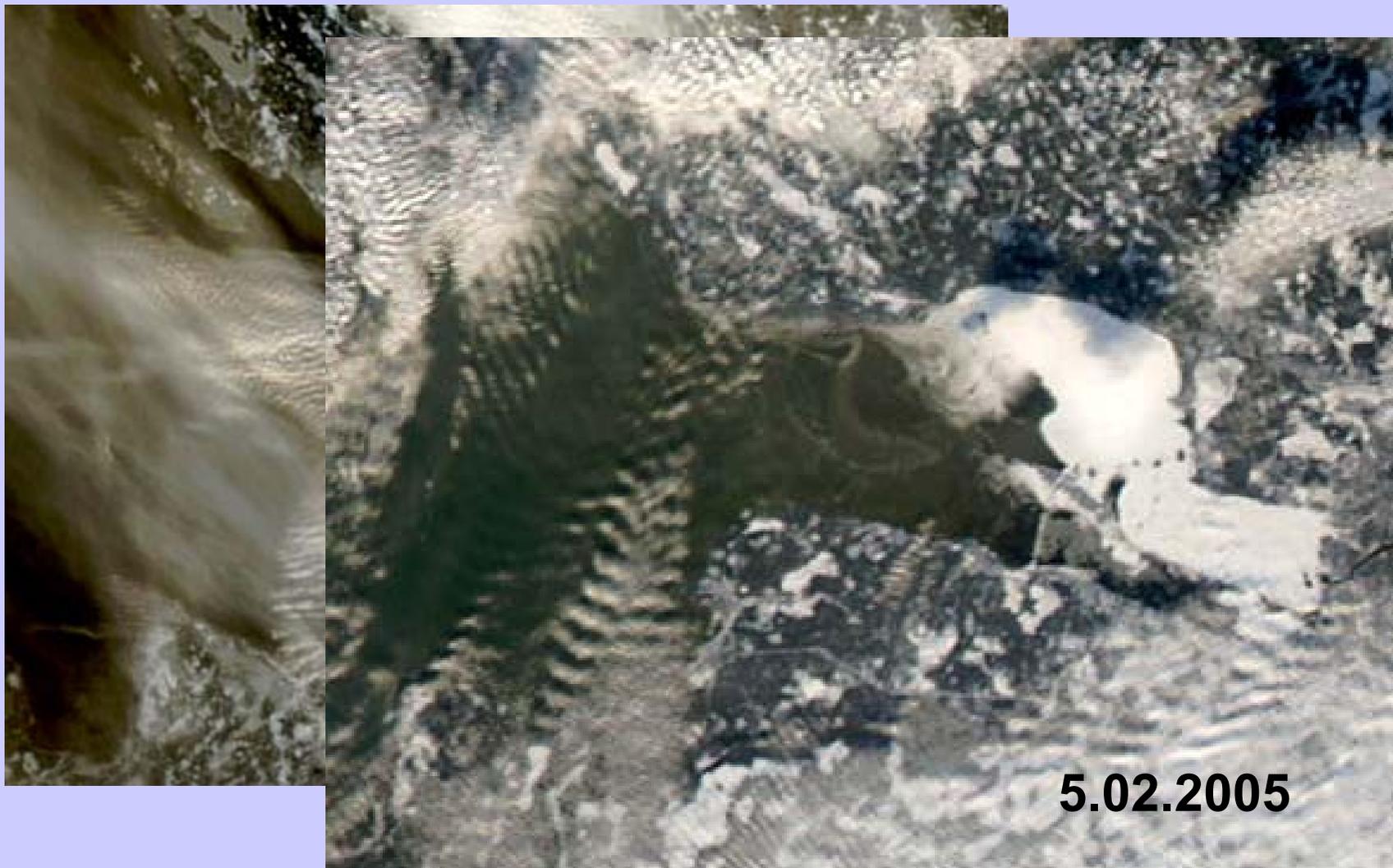
Выборг

Время Направление Скорость Порывы

| | | | | |
|------------|------|-----|----|----|
| 09.01.2005 | 0:00 | 210 | 9 | 18 |
| 09.01.2005 | 3:00 | 210 | 11 | 18 |
| 09.01.2005 | 6:00 | 240 | 11 | 18 |
| 09.01.2005 | 9:00 | 210 | 9 | 20 |

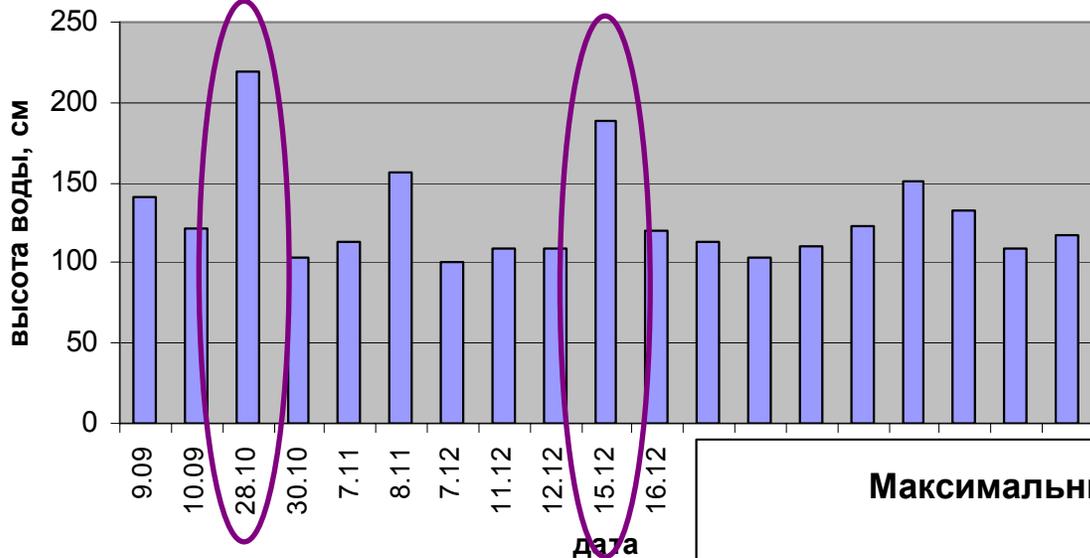


Материалы предоставлены Л.Л.Сухачевой, НИИКАМ



**Даты устойчивого появления льда: 19.11.2004 (Лисий Нос) -
23.11.2004 (Зеленогорск)**

Максимальные уровни воды (выше 100 см), 2006 год



Кронштадт

Время Направление Скорость Порывы

| | | | | |
|------------|-------|-----|----|----|
| 10.01.2007 | 0:00 | 220 | 11 | 17 |
| 10.01.2007 | 3:00 | 230 | 10 | 18 |
| 10.01.2007 | 6:00 | 230 | 11 | 18 |
| 10.01.2007 | 9:00 | 250 | 9 | 18 |
| 10.01.2007 | 12:00 | 260 | 14 | 23 |
| 10.01.2007 | 15:00 | 260 | 7 | 21 |
| 10.01.2007 | 18:00 | 250 | 5 | 21 |

Кронштадт

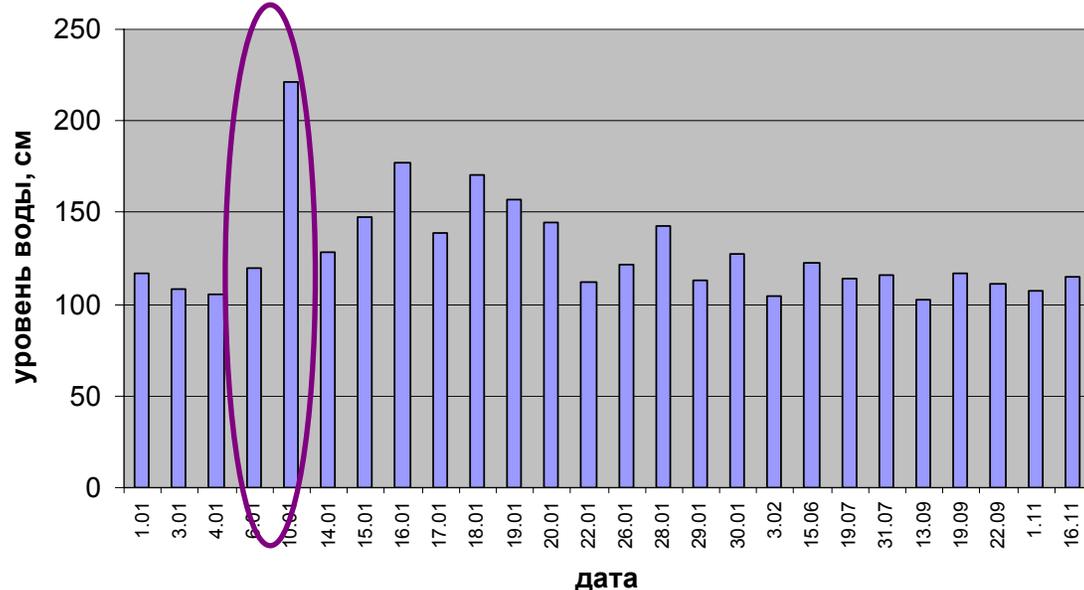
Время Направление Скорость Порывы

| | | | | |
|------------|-------|-----|----|----|
| 28.10.2006 | 0:00 | 260 | 15 | 23 |
| 28.10.2006 | 3:00 | 270 | 10 | 24 |
| 28.10.2006 | 6:00 | 300 | 15 | 24 |
| 28.10.2006 | 9:00 | 300 | 14 | 24 |
| 28.10.2006 | 15:00 | 320 | 6 | 18 |
| 28.10.2006 | 18:00 | 350 | 5 | 18 |

Время Направление Скорость Порывы

| | | | | |
|------------|------|-----|----|----|
| 15.12.2006 | 3:00 | 270 | 14 | 20 |
| 15.12.2006 | 6:00 | 270 | 10 | 20 |

Максимальные уровни воды (более 100 мм), 2007 год

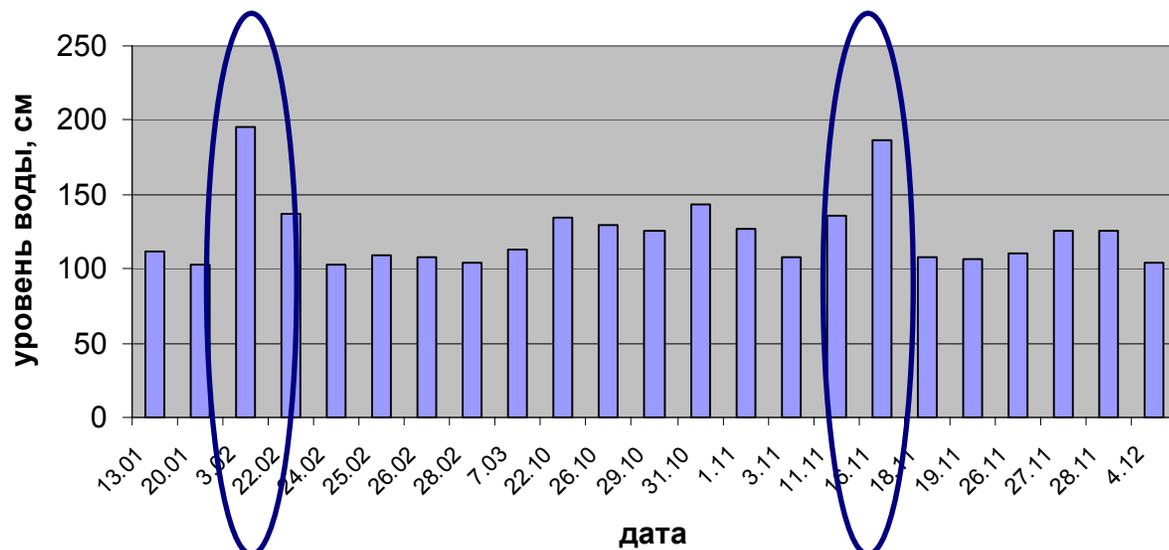


Материалы предоставлены Л.Л.Сухачевой, НИИКАМ



**Даты устойчивого появления льда: 26.12.2006 (Лисий Нос) –
21.01.2007 (Зеленогорск)**

Максимальные уровни воды (более 100 см), 2008 год



Кронштадт

Кронштадт

Время Направление Скорость Порывы

| | | | | |
|------------|-------|-----|----|----|
| 03.02.2008 | 6:00 | 240 | 10 | 19 |
| 03.02.2008 | 9:00 | 240 | 9 | 19 |
| 03.02.2008 | 12:00 | 260 | 12 | 22 |
| 03.02.2008 | 15:00 | 270 | 12 | 23 |
| 03.02.2008 | 18:00 | 270 | 8 | 21 |

Время Направление Скорость Порывы

| | | | | |
|------------|------|-----|----|----|
| 16.11.2008 | 0:00 | 270 | 12 | 18 |
| 16.11.2008 | 3:00 | 270 | 9 | 18 |
| 16.11.2008 | 6:00 | 300 | 8 | 17 |

Устойчивое появление льда – 15.11.2007 (Петербург, Ломоносов) –
17.11.2007 (Кронштадт) – 25.11.2008 (Зеленогорск)



Последствия наводнения (3.80 см) и шторма 23 сентября 1924 г.

ВЫВОДЫ

1. В ходе исследований выявлены основные геологические, геоморфологические и гидрометеорологические факторы, способствующие проявлению и активизации абразионных процессов в береговой зоне восточной части Финского залива.
2. Развитие деструктивных процессов обусловлено рельефом подводного берегового склона, прочностными свойствами отложений, слагающих береговую зону и дефицитом наносов.
3. Максимальные размывы берегов наблюдаются при сочетании трех факторов: подъем уровня воды, шторм западных – юго-западных румбов и отсутствие ледового покрова.
4. В связи с наблюдающейся тенденцией к потеплению в зимний период и поздними датами установления ледового покрова, можно прогнозировать увеличение повторяемости экстремальных размывов берегов при подъеме уровня и штормах западных направлений.



Спасибо за внимание!