

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ РАСЧЕТНЫХ ШТОРМОВ РЕДКОЙ ПОВТОРЯЕМОСТИ ДЛЯ ПРОЕКТОВ ПЛАВУЧИХ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

Измаил Григорьевич КАНТАРЖИ

д.т.н., проф.

НИУ МГСУ

Более 60% территорий северных и дальневосточных регионов России не входит в систему централизованного энергоснабжения. Необходимость использования ограниченных местных энергоресурсов и зависимость от поставок топлива в условиях севера существенно тормозят процесс освоения Арктики — одного из приоритетных направлений развития российской экономики. Энергетическая безопасность и условия для устойчивого социально-экономического развития отдаленных российских регионов могут быть обеспечены путем широкого применения энергетических установок малой (единицы и десятки МВт) мощности, в частности плавучих атомных теплоэлектростанций (ПАТЭС).

Основным элементом плавучей атомной станции является плавучий энергетический блок (ПЭБ), прототипом которого являются ледокольные суда с атомными энергетическими установками. Заложенные в этих судах конструктивные, технические, технологические и организационные решения по эксплуатации дают основание утверждать об их высокой степени надежности и безопасности. Это подтверждает более чем 40-летний опыт успешной эксплуатации ледокольных судов в тяжелых условиях Крайнего Севера.



Создание плавучих атомных теплоэлектростанций (ПАТЭС) на базе плавучего энергоблока для обеспечения потребителей электрической и тепловой энергией является новым направлением в развитии атомной энергетики в России. Оно находится на стыке двух отраслей - судостроения и стационарной атомной энергетики. Подобные атомные станции имеют свои особенности и свою специфику.

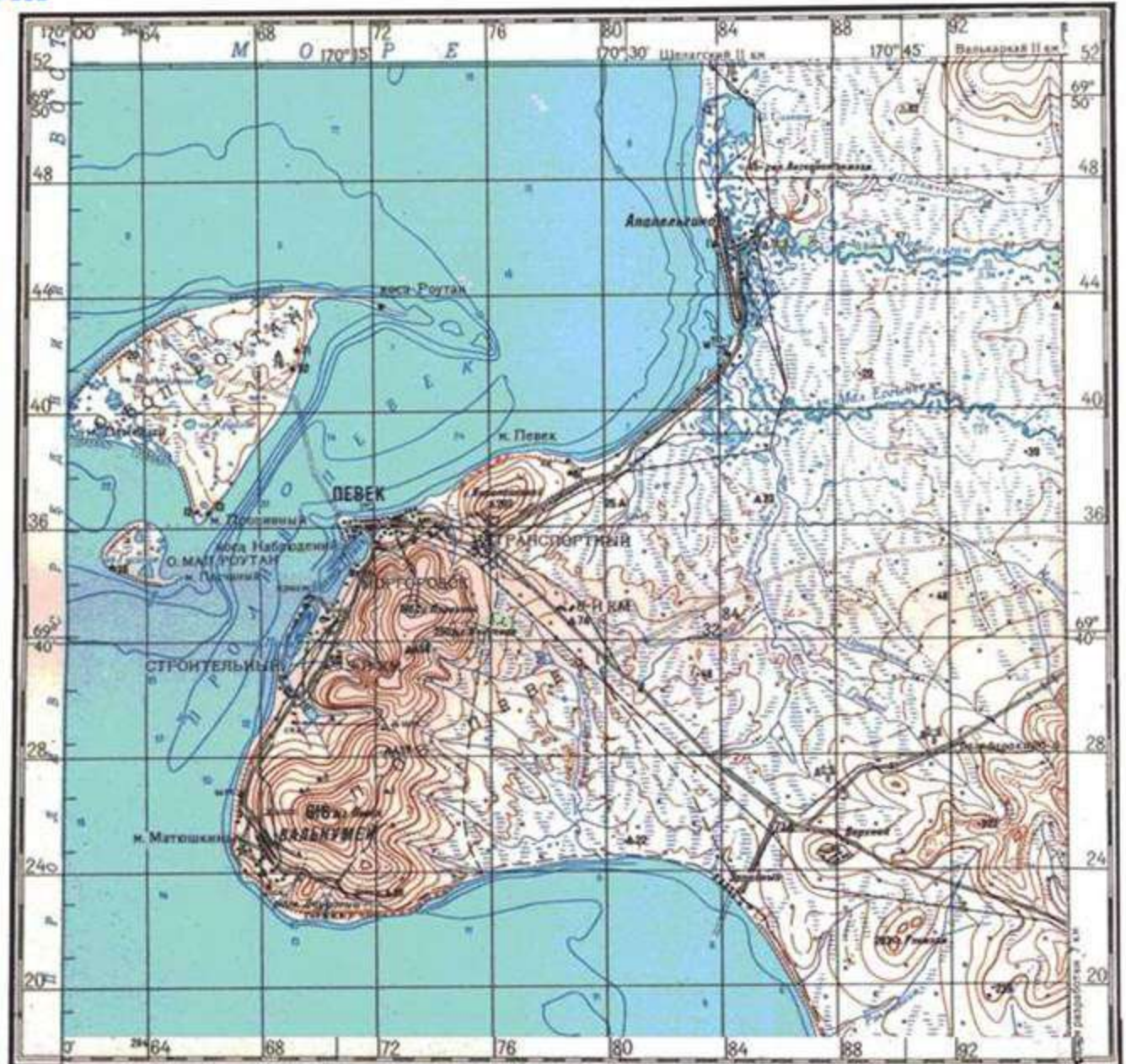
Для благополучного отстоя судна вблизи населенных пунктов необходимо возвести порт, обустроенный рядом береговых и гидротехнических сооружений. К береговым относятся: трансформаторная подстанция, устройства распределения и перелачи электроэнергии, тепловые пункты



Установка ПАТЭС планируется в Чукотском автономном округе, в городе Певек, расположенном на восточном берегу одноимённого пролива, соединяющего Чаунскую губу и Восточно-Сибирское море. Сооружение ПАТЭС предусматривается Стратегией развития Чукотского автономного округа на период до 2020 года. Этот объект может стать основой энергетической инфраструктуры Чаун-Билибинского промышленного узла, обладающего значительными запасами золота, серебра, меди и других цветных металлов.



Район строительства ПАТЭС



По результатам изысканий, проведённых в районе предполагаемого строительства, толщина расчётного льда составляет 2 метра, а максимальная площадь ледяного поля достигает 1км². Расчётная высота волны 0,1% обеспеченности достигает 4,5 метров. Для уточнения ледовых и волновых воздействий на сооружения в районе строительства были проведены модельные исследования, результаты которых приведены ниже.

Дно акватории слагается гравийным грунтом, суглинками и скальной породой - алевролитом. Геологические условия в береговой части характеризуются прежде всего наличием вечной мерзлоты, с глубиной сезонного оттаивания до 3 метров.

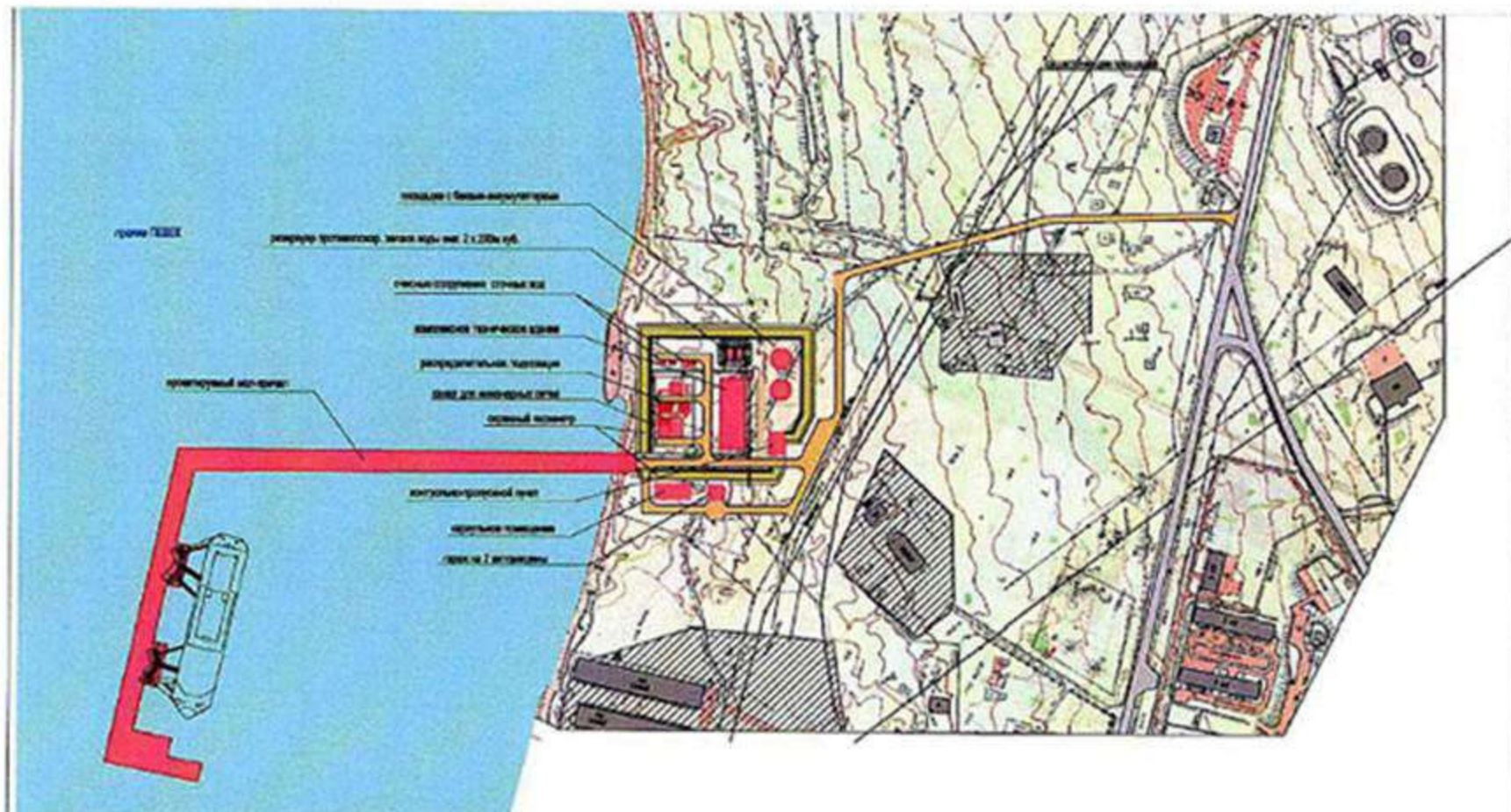
При планировании гидротехнических сооружений рассматривалось несколько решений:

- 1) Акватория огражденная молотом
- 2) Док
- 3) Ковш

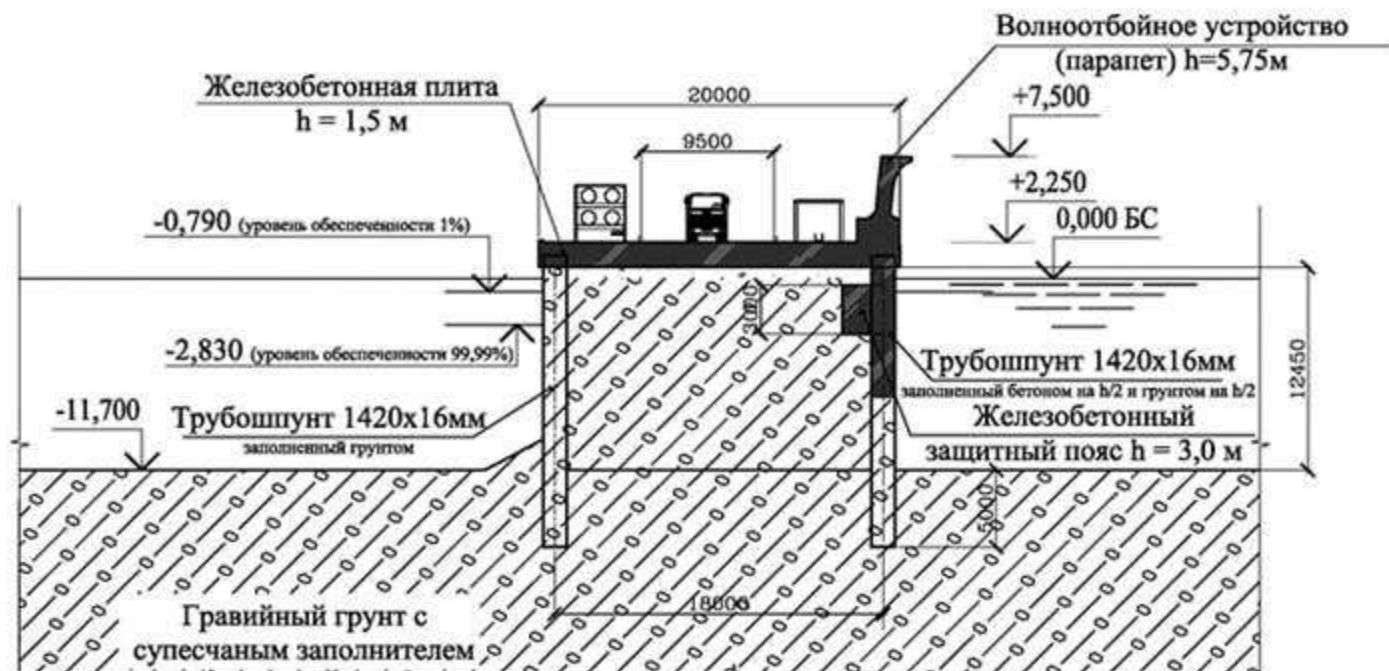


Приложение №1 к ТЗ

Схема с расположением проектируемых сооружений
по объекту «Плавучая атомная теплоэлектростанция на базе плавучего энергоблока проекта 20870 с реакторными установками
КЛТ-40С в г.Певек Чукотского АО»



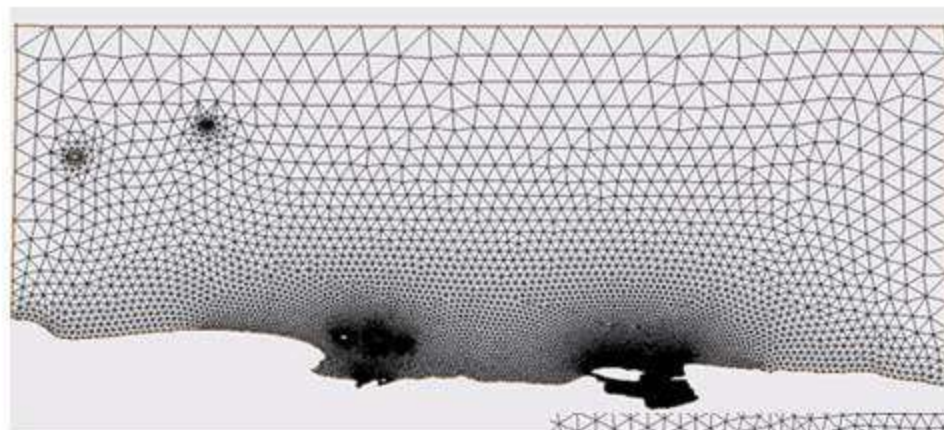
Мол - причал



Трубошпунт погружается в среднем на 5 метров в грунт основания, ячейка засыпается гравийным грунтом. Внутренняя полость трубошпунта со стороны открытой акватории частично заполняется бетоном. В переменном уровне воды устраивается противоледовый пояс, представляющий собой ж/б диафрагму, основная роль которой - восприятие ледовой нагрузки.

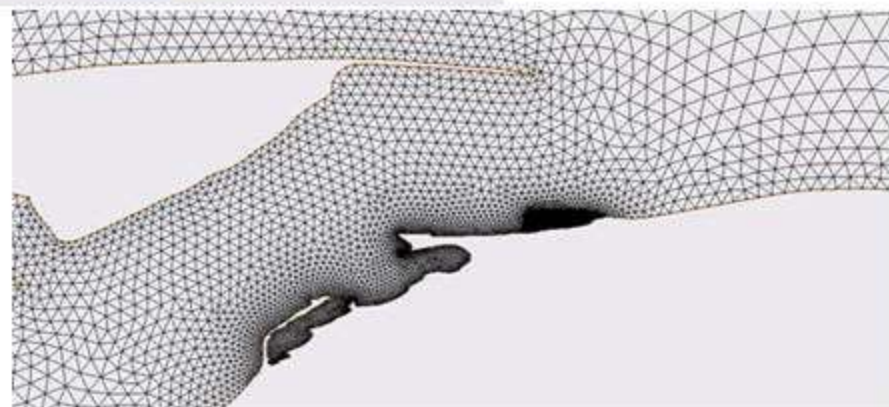
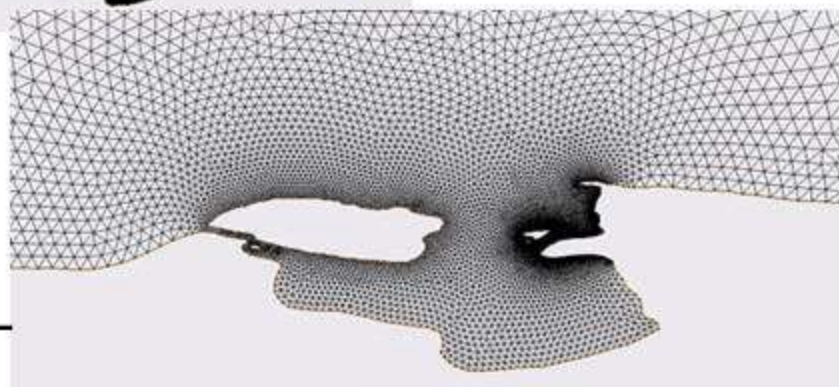
Математическое моделирование полей ветровых волн в акватории размещения ПАТЭС

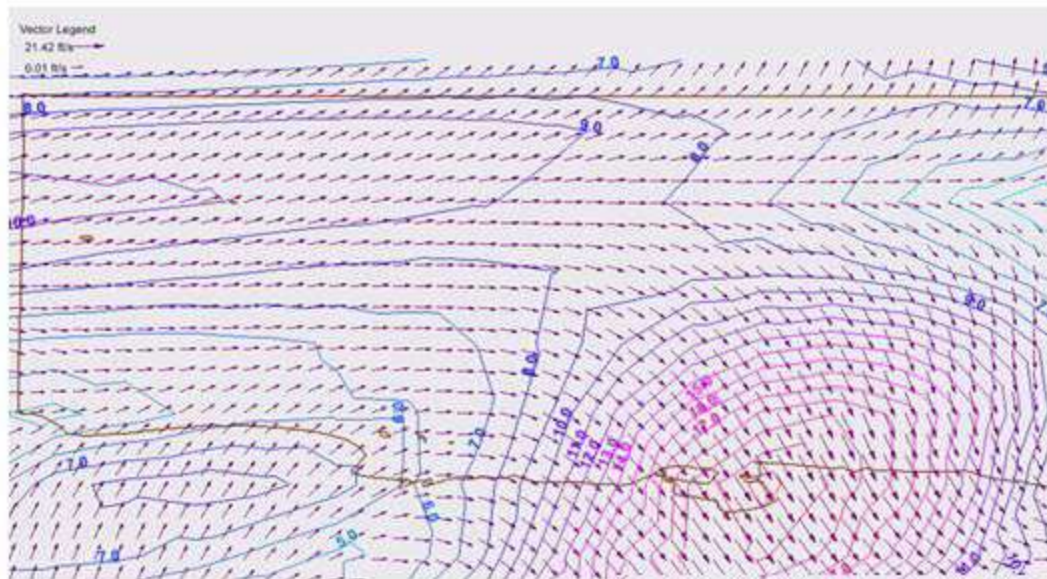
Используется: модель SWAN, ветровые поля для расчета основывается на данных реанализа NCEP/NCAR полей ветра в период с 1981 по 2011 годы, с привлечением для корректировок данных, уточненных по спутниковым наблюдениям и измерениям волн в регионе.



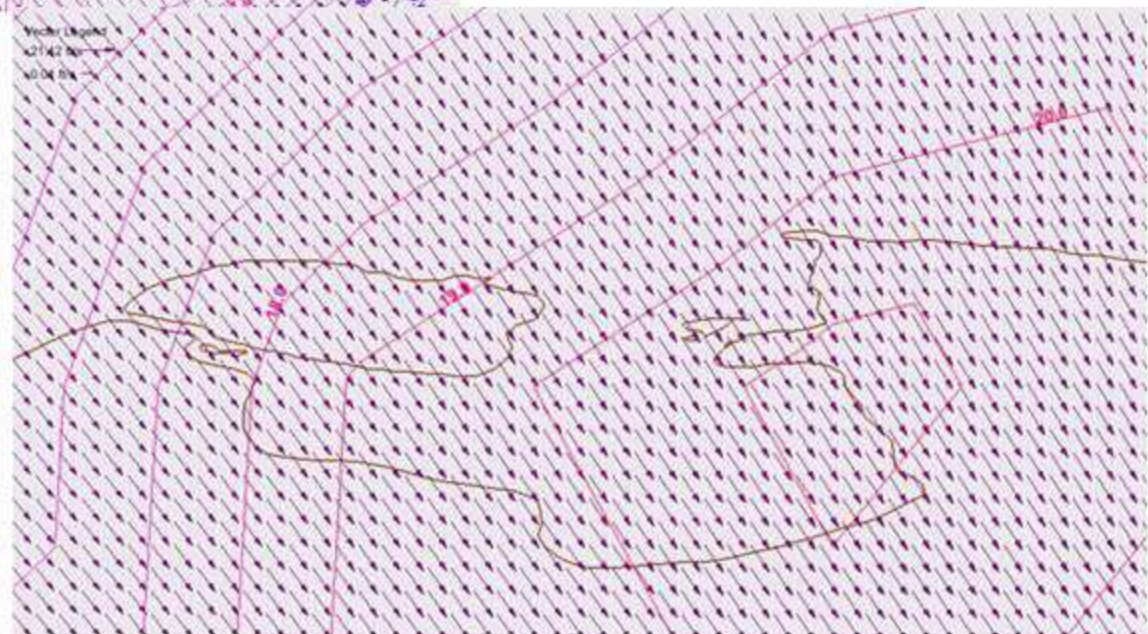
Расчетные сетки модели ветровых волн в акватории размещения ПАТЭС

Количество узлов
расчетной сетки -
94 143, элементов –
185 910. Линейный
размер элементов в
акватории ПАТЭС -
около 2.5 м





**Поле ветра
07.07.2008 над
Восточно-
Сибирским морем
и района Чаунской
губы**



Методы оценки обеспеченности экстремально высоких значений океанографических характеристик в условиях изменения климата

1) Метод распределений исходных рядов (МРИР)

В рамках МРИР эмпирические функции распределения вероятностей (ФРВ) и кривые обеспеченности - интегральные функции распределения (ИФР) строятся на основании всего ряда наблюдаемых или моделированных за расчетный период значимых высот волн.

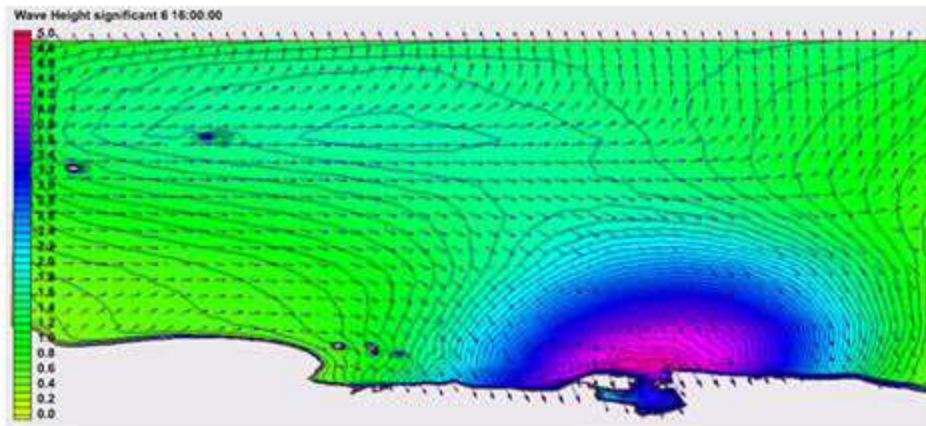
2) Метод «Пики выше порогового значения» (peak-over-threshold- POT)/обобщенное распределение Парето (the generalised Pareto distribution - GPD)

В POT методе из каждого шторма выбирается только максимальное (пиковое) значение высот волн. Экстраполяция «хвостов» GPD используется для оценки высот волн редкой повторяемости.

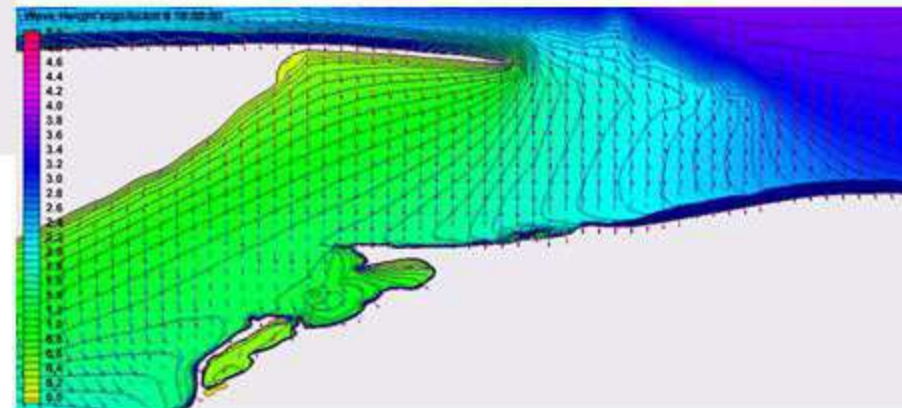
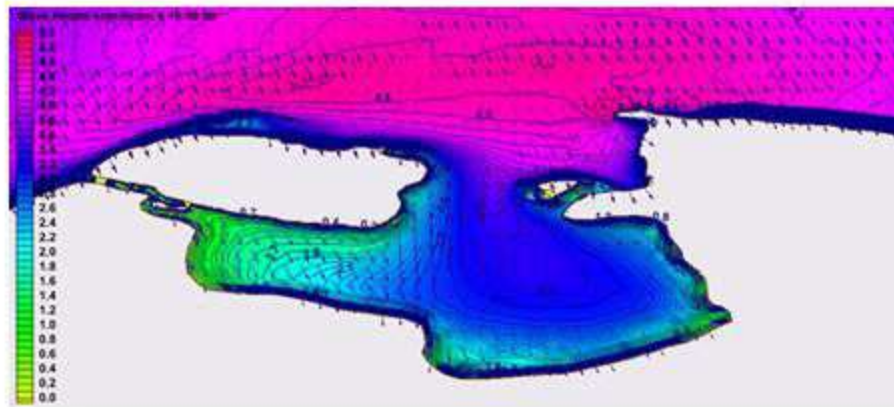
3) Метод годовых максимумов МГМ

МГМ метод предполагает, что из многолетнего ряда наблюдений формируется ряд годовых максимумов. В настоящем проекте, для расчета обеспеченности волн редкой повторяемости до 1 раза в 10000 лет, использован метод - МГМ, применяемый к штормам за тридцатилетний период 1981 -2010, распределение пиковых значений в которых будет аппроксимироваться с применением GEV (в виде распределения Вейбулла).

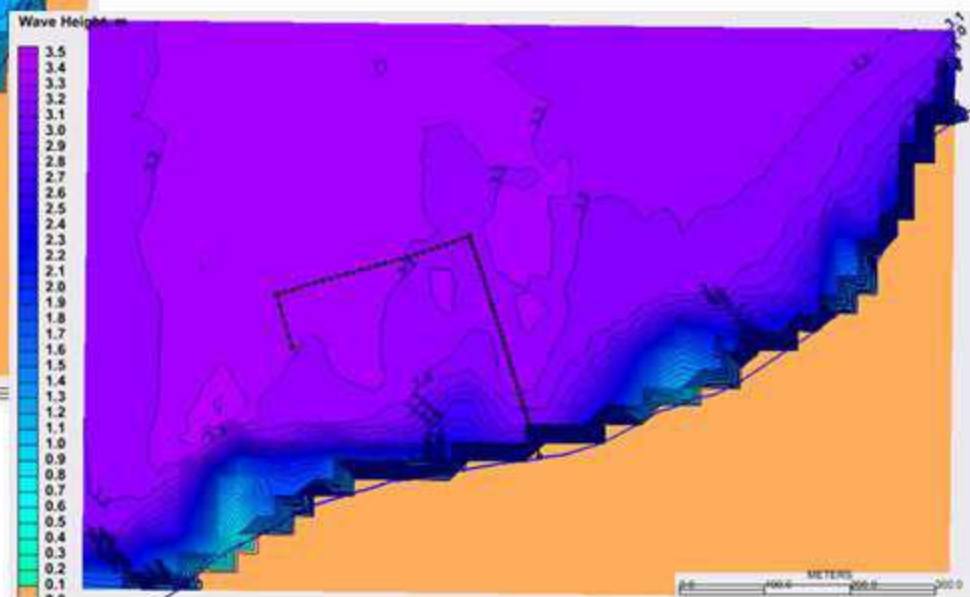
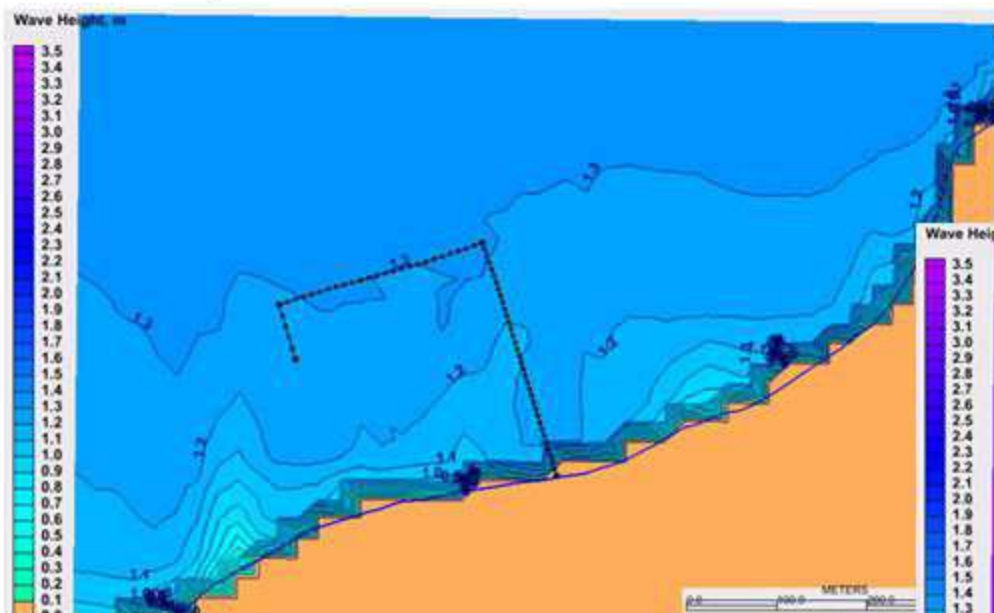
Общепринятая методология расчетов океанографических параметров в условиях климатических изменений, основана на использовании проекций – сценариев глобальных метеорологических процессов в XXI веке, с последующим расчетом глобальными океанологическими моделями изменений уровня моря. Результаты таких расчетов, относительно глобального изменения полей ветра и уровня моря, применены для корректировки расчетов высот волн, скоростей течений и интенсивности размывов в районе строительства ПАТЭС.

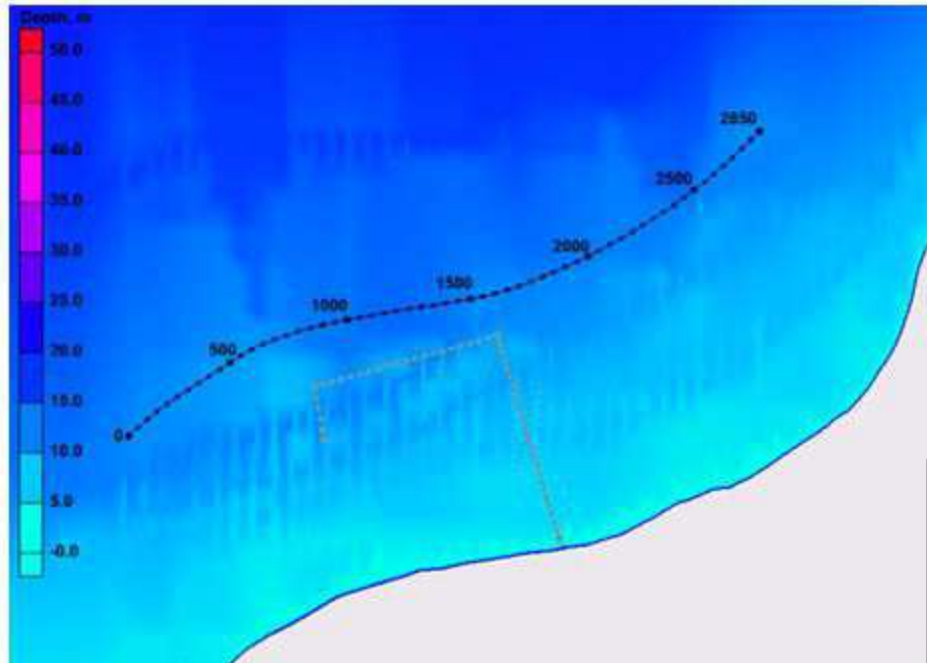


**Высоты и направления
значительных волн во
время шторма 09.12.1997
18.00 в регионе Восточно-
Сибирского моря, в
Чаунской губе, в регионе
Певекского пролива**

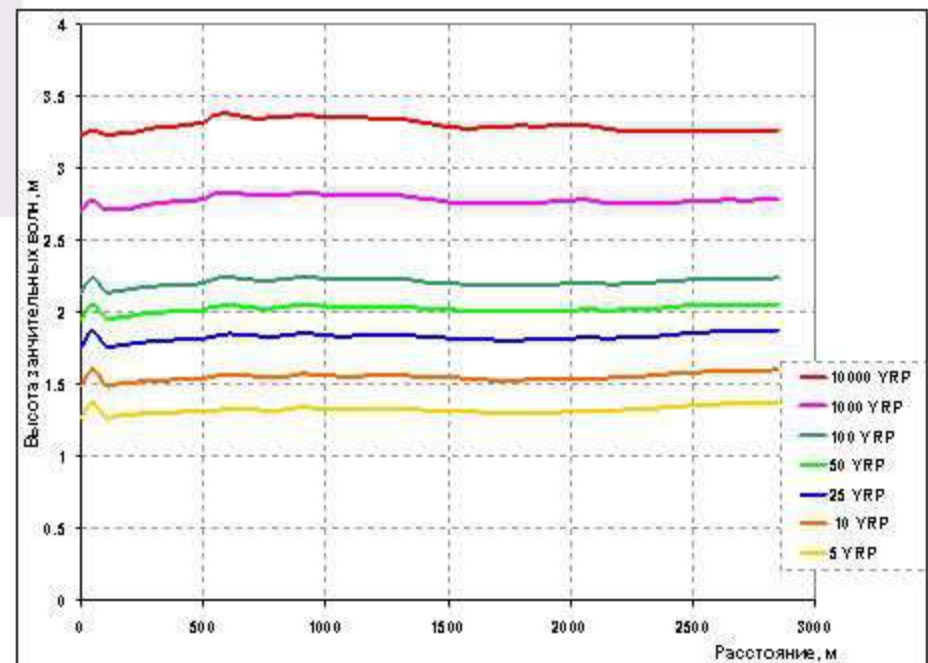


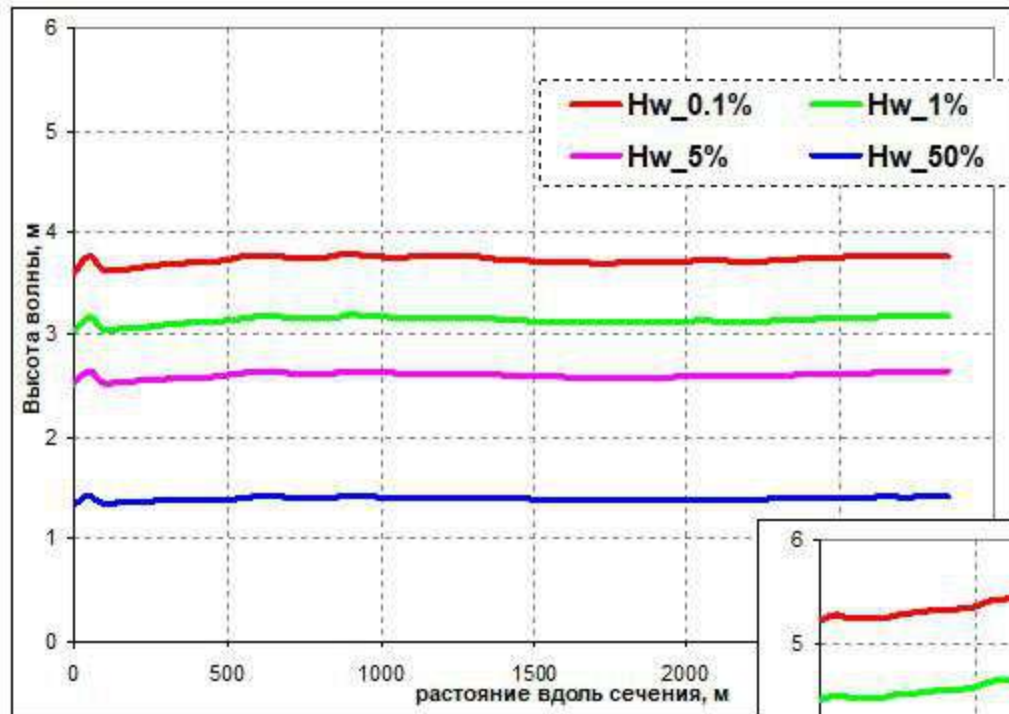
Были отобраны максимальные за каждый год значения высот волн в 993 точках узлах прямоугольной сетки с размером ячейки 22 м для района акватории ПАТЭС. Для каждой точки сетки были получены параметры распределения Вейбулла, по которым были вычислены значения высот волн редкой повторяемости, 1 раз в 5, 10, 25, 50, 100, 1000, 10000 лет





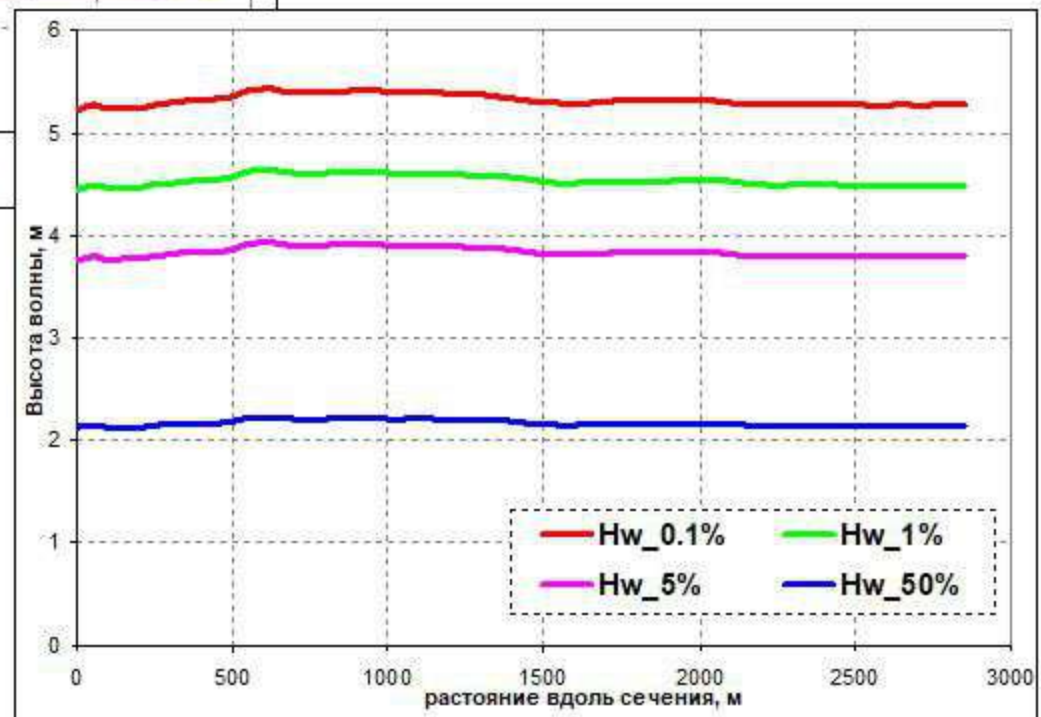
Линия точек выдачи
результатов, 300 м от
береговой линии



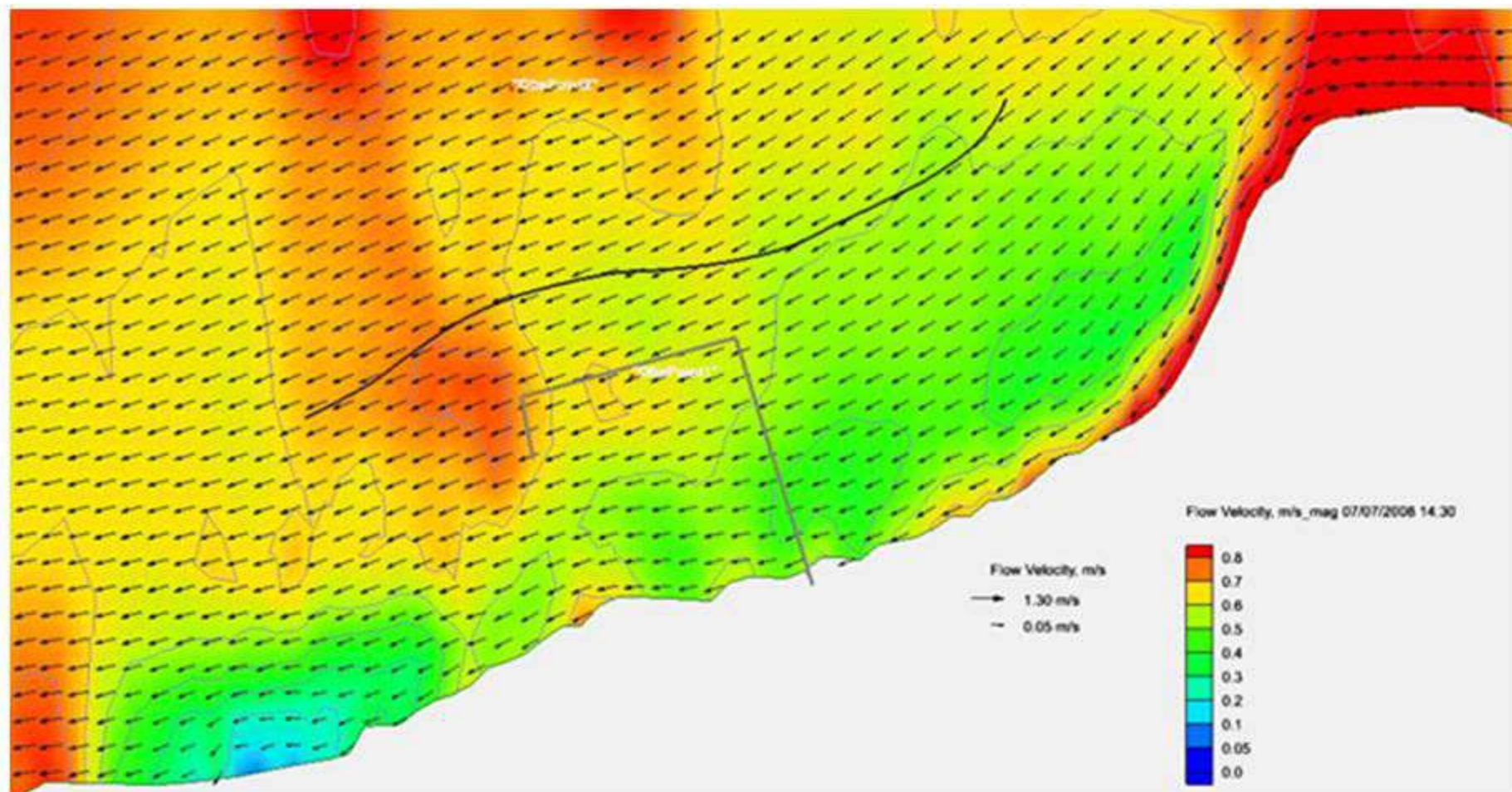


Высоты вдоль сечения 0.1%,
1%, 5%, 50% волн,
возможных раз в 100 лет

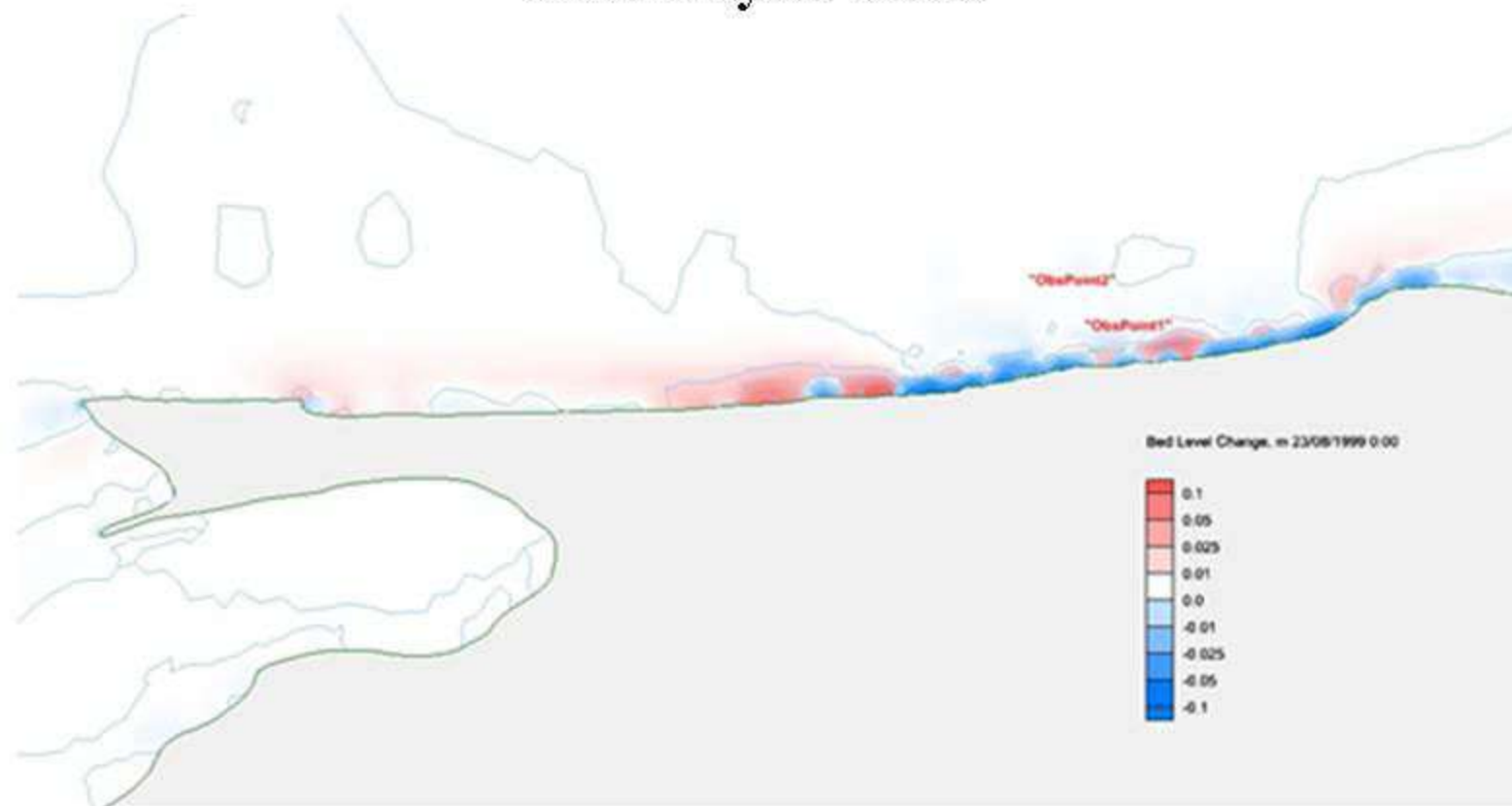
Высоты вдоль сечения 0.1%,
1%, 5%, 50% волн,
возможных раз в 10000 лет



**Поле течений в районе мола 07/07/208 в 14:30 (географические
координаты).**



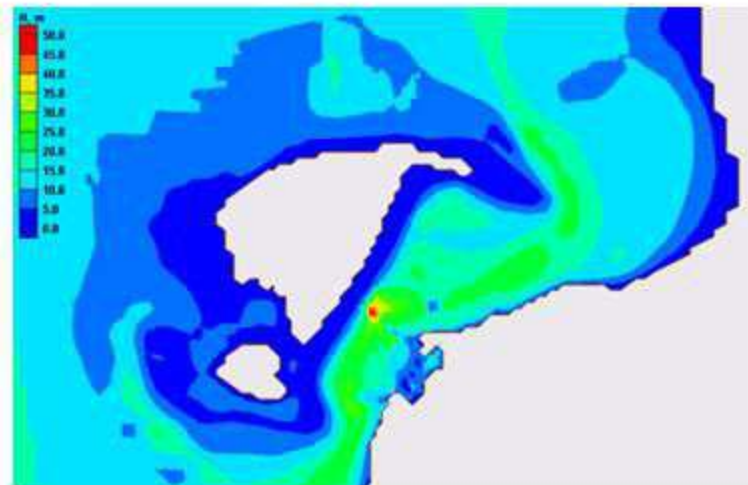
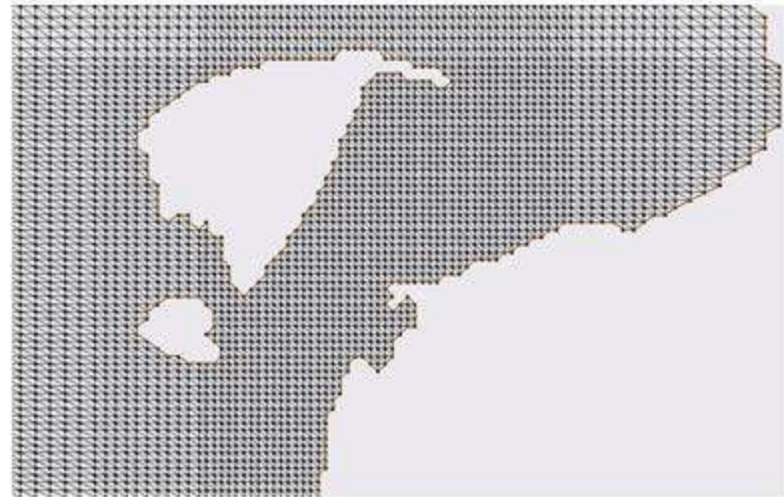
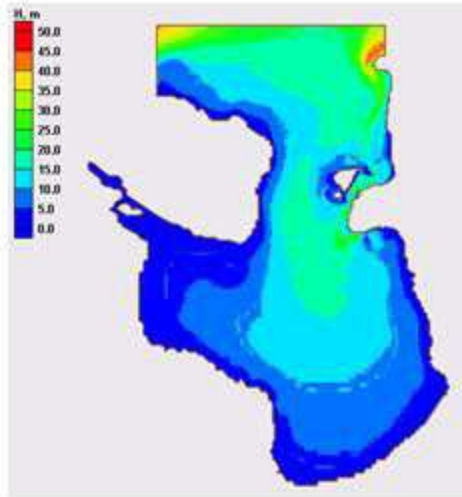
**Итоговое изменение морского дна в районе ПАТЭС для
экстремального шторма
16-23 августа 1999 г**



Математическое моделирование полей льда в акватории размещения ПАТЭС

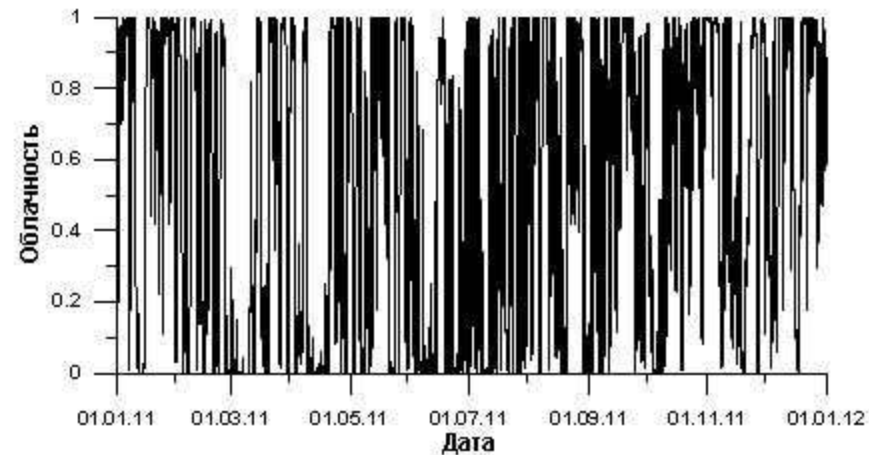
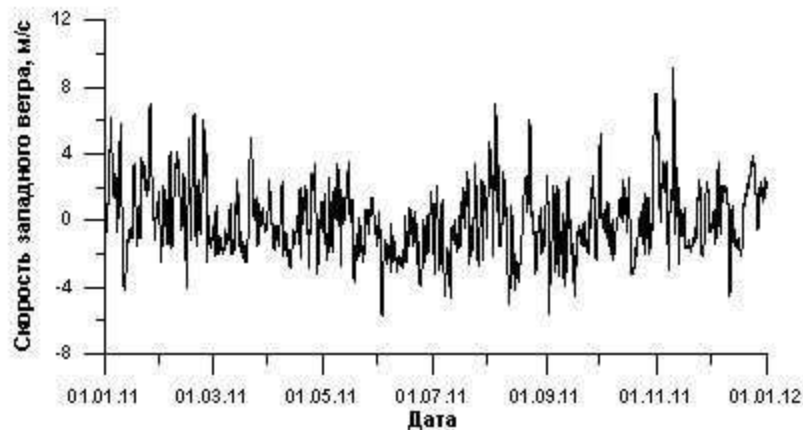
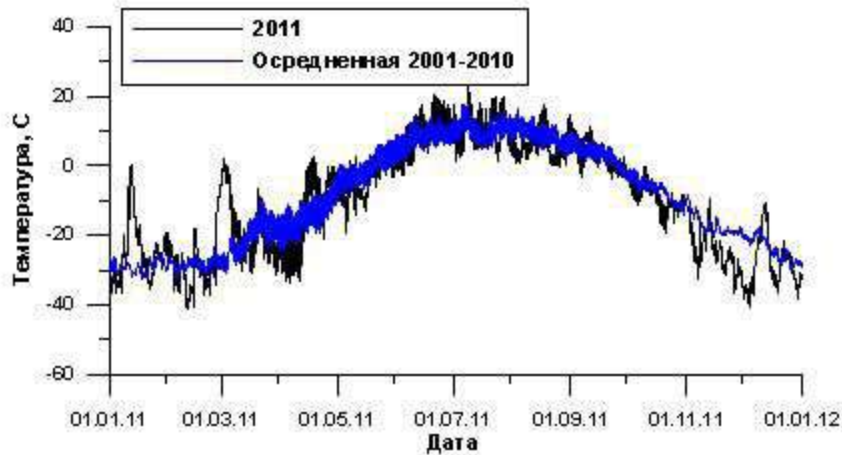
Используется:
модель THREEBOX.
Поля течений,
уровня, льда,
температуры и
солености, дрейф



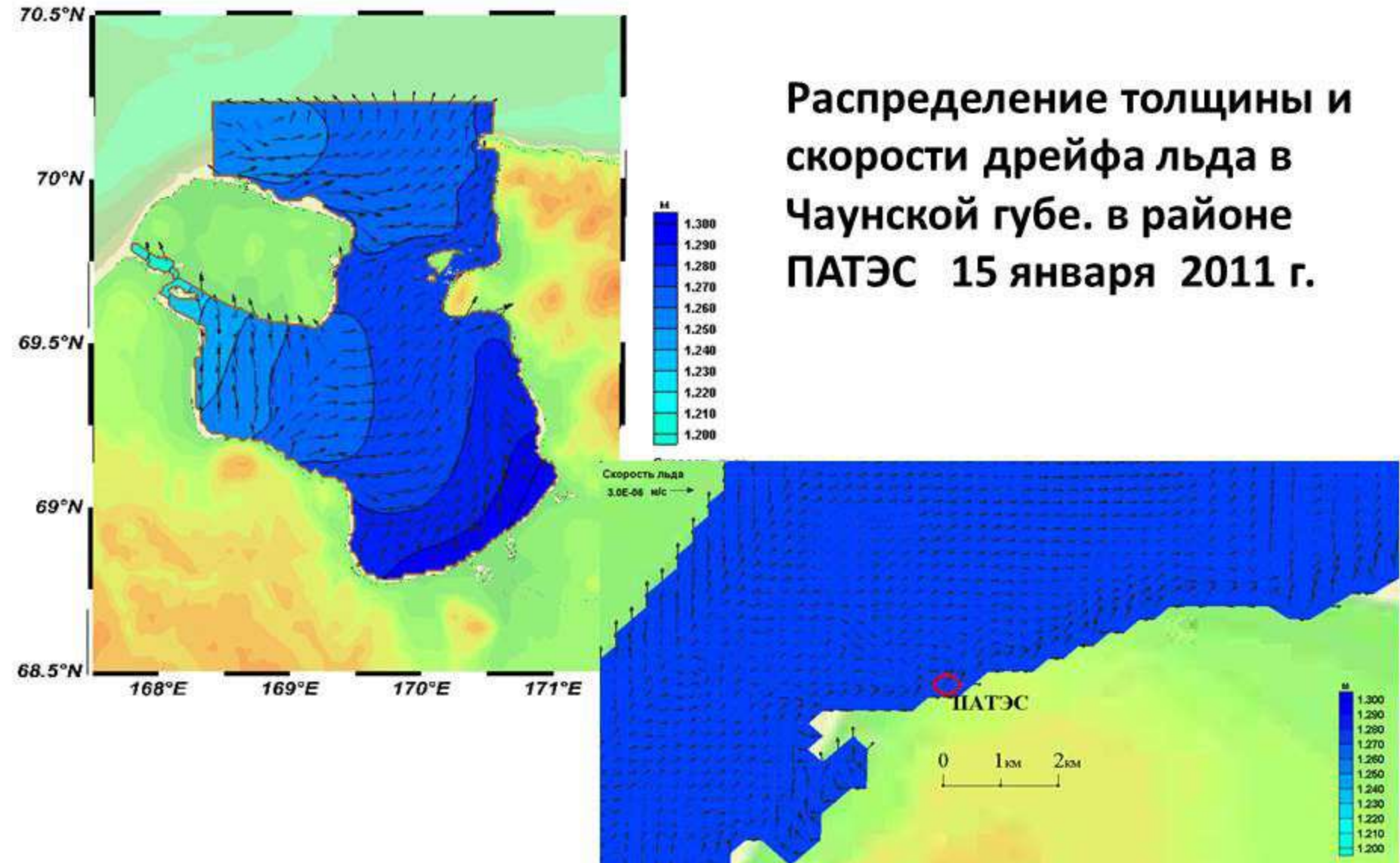


Расчетная область

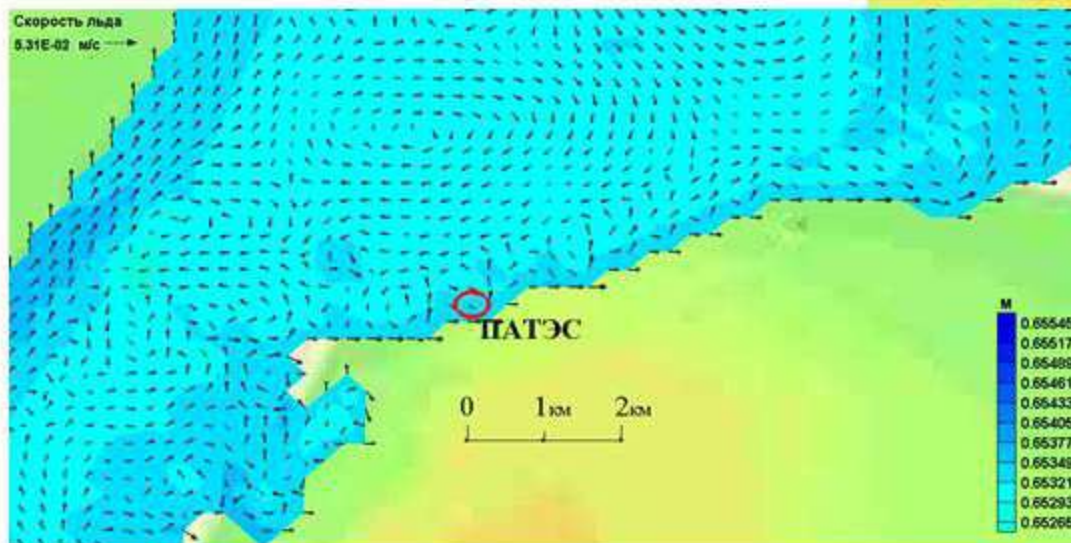
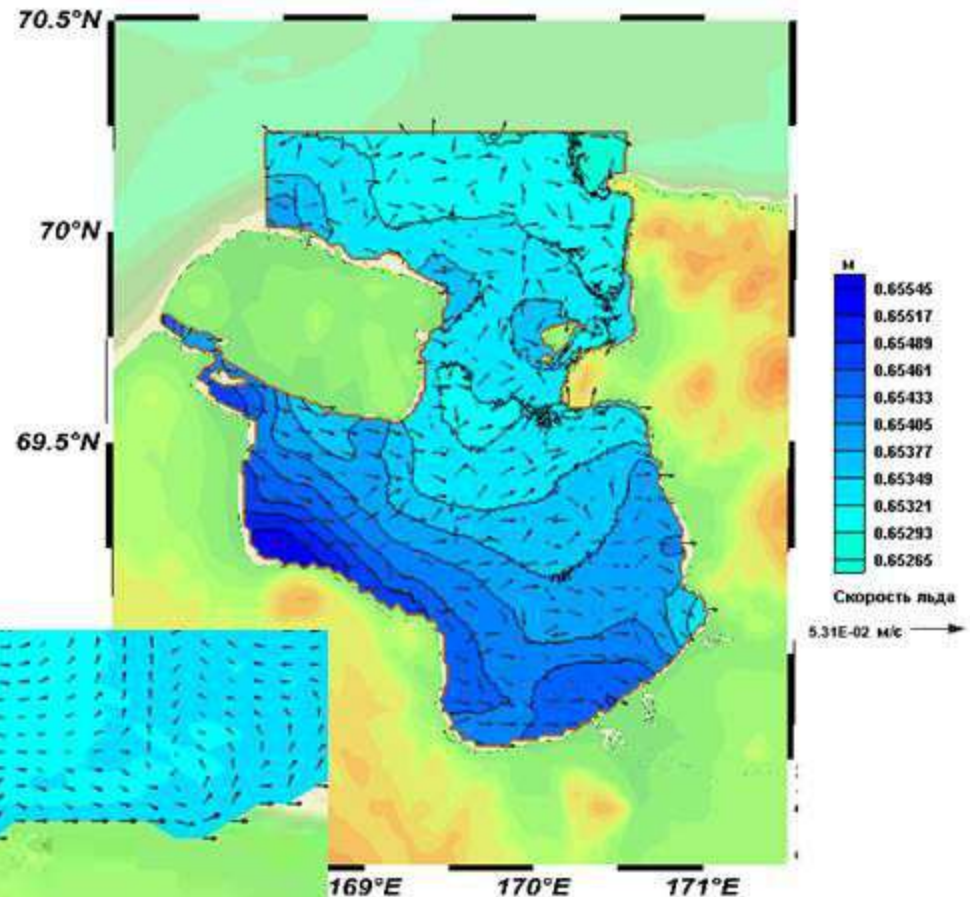
Температура воздуха в районе Певека по данным реанализа ERA Interim в 2011 г. в сравнении со средней за 2001-2010 гг



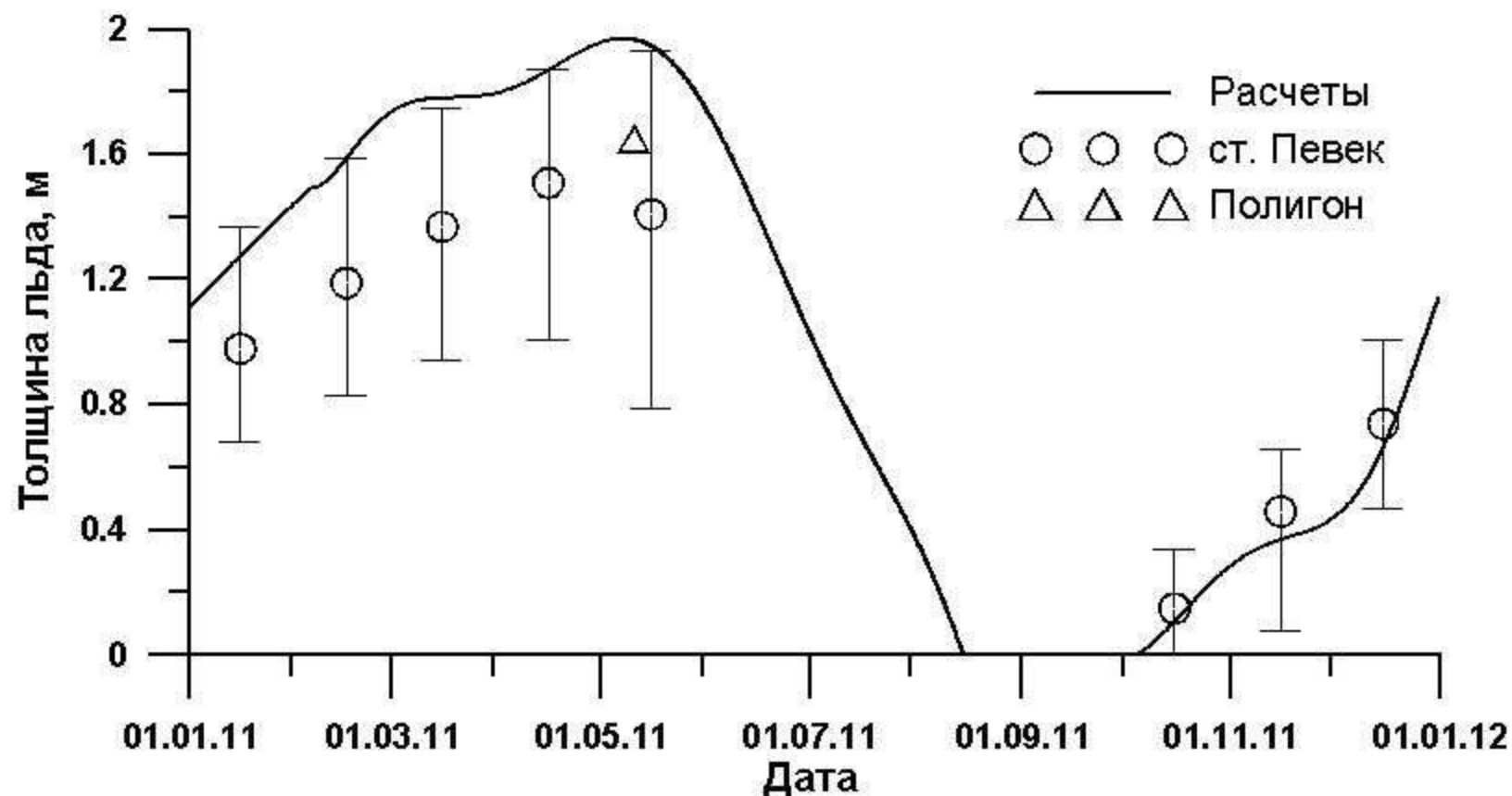
Распределение толщины и
скорости дрейфа льда в
Чаунской губе. в районе
ПАТЭС 15 января 2011 г.

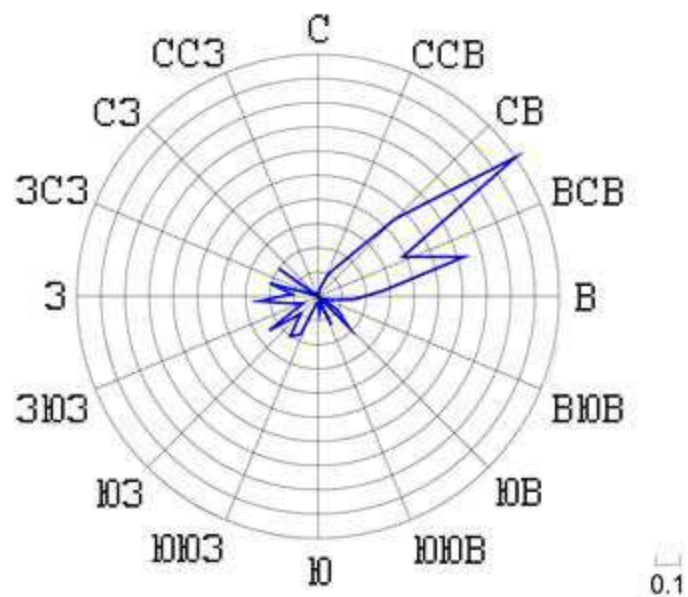


Распределение толщины и скорости дрейфа льда в Чаунской губе, в районе ПАТЭС 15 июля 2011 г.

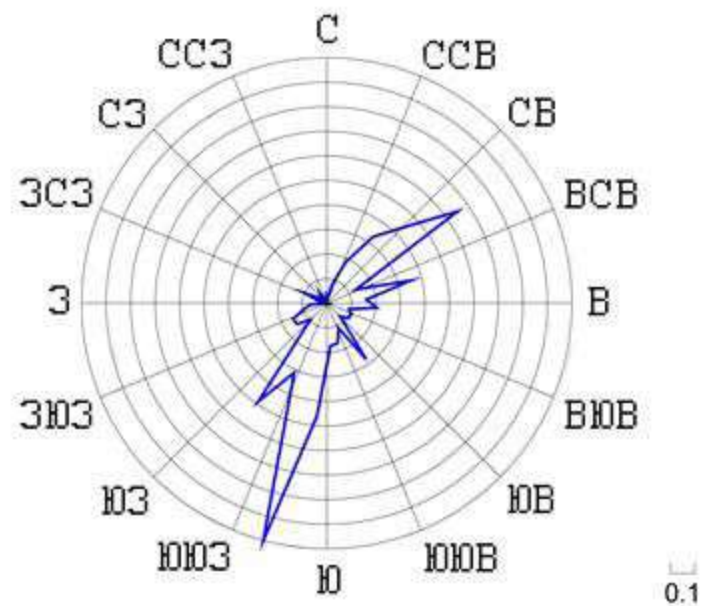


Толщина льда в районе ПАТЭС в 2011 году в сравнении с наблюдениями на ст. Певек и на полигоне в 2011 г





апрель 2011 г.



ноябрь 2011 г.

№№	Период расчетного года	Толщина льда, м	Сплоченность льда, %	Модуль скорости дрейфа, м/с	Направление дрейфа
1	май	1,95	100	$1,16 \cdot 10^{-6}$	ЗЮЗ
2	июль	0,4	40	0.11	ЗЮЗ
3	октябрь	0.2	20	0,23	ЮЮЗ
4	Ноябрь- декабрь	1,0	80	0,05	ЮЮЗ, ЮЗ

Для расчета обеспеченности волн редкой повторяемости до 1 раза в 10 000 лет, использован метод - POT (ПВМ), применяемый к штормам за двадцатилетний период 1990 -2010 гг., распределение пиковых значений в которых аппроксимируется GEV и GPD распределениями с выбором наибольших значений из рассчитываемых этими двумя методами. Общепринятая методология расчетов океанографических параметров в условиях климатических изменений основана на использовании проекций – сценариев глобальных метеорологических процессов в XXI веке, рекомендованных Международной комиссией по изменениям климата ООН (IPCC), с последующим расчетом глобальными океанологическими моделями изменений уровня моря. Результаты таких расчетов относительно глобального изменения полей ветра и уровня моря использованы для корректировки расчетов высот волн, скоростей течений и интенсивности размывов в районе ПАТЭС.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!