Международная научная конференция «Изменение климата в регионе Каспийского моря» 27-28 октября 2021 года

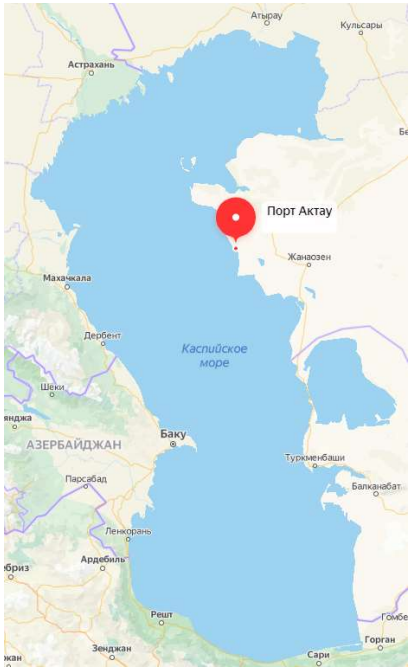
# МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ У ПОРТА АКТАУ

Елтай А.Ғ., Ивкина Н.И.

Научно-исследовательский центр, РГП «Казгидромет,
Нур-Султан, Казахстан

# Порт Актау

- Морской порт Актау расположен **на восточном побережье Каспийского моря**, где пересекаются несколько международных транспортных коридоров.
- Обеспечивает перевозку с востока на запад, с севера на юг и обратно в направлении Ирана, Турции, России, Азербайджана, Туркменистана **12 месяцев в году** и **24 часа в сутки** . Количество причалов — **11**
- Количество одновременно обрабатываемых судов — **9**
- Площадь открытых площадок — **79700 м$^2$**
- Площадь крытого транзитного склада — **2000 м$^2$**
- Номенклатура грузов: нефть, металл, зерно и грузы, перевозимые железнодорожными паромами
- Мощность по перевалке грузов — **17, 7 млн. тонн.**



https://www.portaktau.kz/ru/press-czentr/fotogalereya/

# Актуальность прогноза волнения

- Перспективы освоения и добычи нефти и газа на шельфе моря;
- Проектирование гидротехнических сооружений;
- Обеспечения гражданского и военного флота;
- Экологический мониторинг состояния морских и прибрежных экосистем (прогноз разрушения берегов, динамика отложения наносов и т.д.);
- Развитие транспорта и инфраструктуры у побережья моря;

это все делает востребованным точные прогнозы волнения для прибрежной зоны, портов.

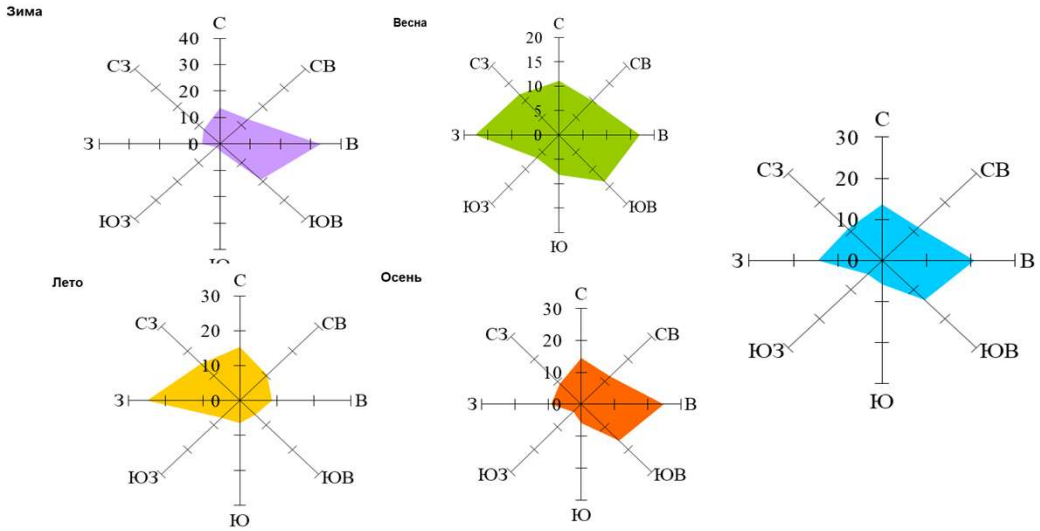
https://psa.kz/proekty/?ELEMENT_ID=54
https://puteshestvie.net/

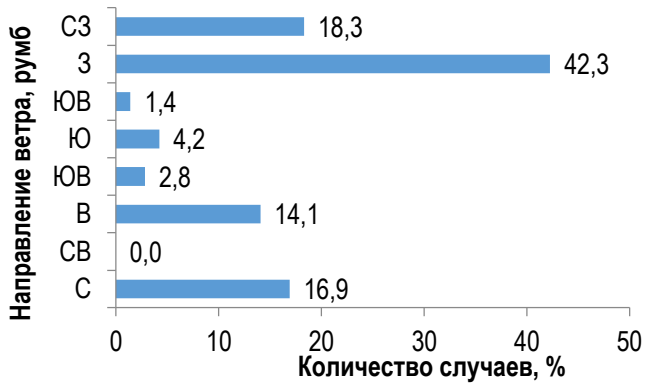
# Характеристики ветра на МГП Актау

**Средние скорости ветра за период 1961-2020 гг., м/с**

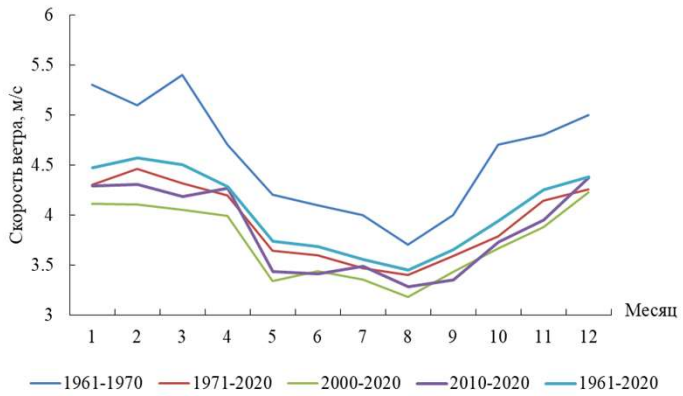
| Зима | Весна | Лето | Осень | Год |
|---|---|---|---|---|
| **4.47** | **4.17** | **3.56** | **3.95** | **4.0** |

| Станция | Общее число случаев | Максимальный ветер | | Повторяемость скоростей ветра | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **15-18** | | **19-21** | | **22-25** | |
| | | Скорость | Направление | ч.с. | % | ч.с. | % | ч.с. | % |
| **Актау** | **225** | **24** | з, сз | 200 | **88.9** | 21 | **9.3** | 4 | **1.8** |




Количество случаев ветра по направлениям со скоростью более 15 м/с




Годовой ход скорости ветра в районе Актау за различные периоды

# Волновые характеристики на МГП Актау

| Станция | Периоды наблюдений | Общее количество проанализированных данных | Число случаев с высотой волны в интервале от 1,0 до 1,5 м | Число случаев с высотой волны от 1,5 м до 2,0 м | Число случаев с высотой волны от 2,0 м до 2,5 м | Число случаев с высотой волны более 2,5 м |
|---|---|---|---|---|---|---|
| МГ Актау | 1980-2018 | 28929 | 902 | 253 | 180 | 25 |

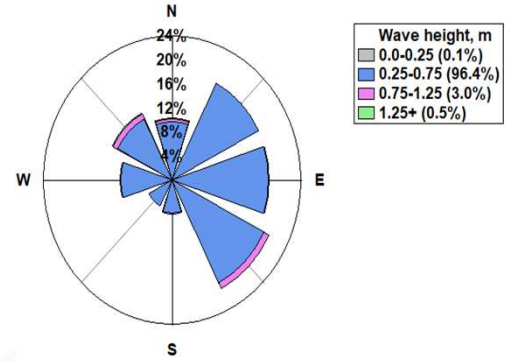
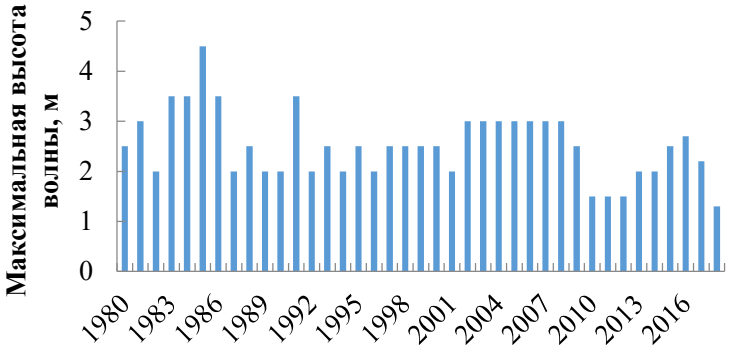
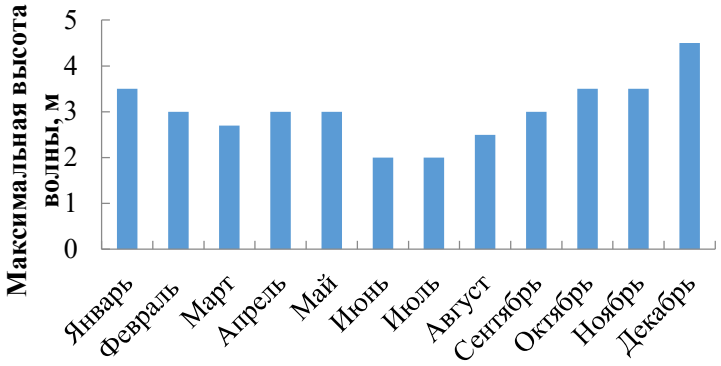



Диаграмма. Наблюденные высоты волн на МГП Актау 2018-2019 гг.




Изменчивость максимального волнения по месяцам и годам 1980-2020

Наблюдения за высотой и направлением волны ведутся визуально;

Волны высотой 0,25-0,75 м и направлениями на северо-восток, восток и юго-восток наблюдались чаще в течение исследуемого периода (2018-2019 гг.), в сумме 96,4%;

# Прогноз ветрового волнения применением спектрально-волновой модели SWAN

**Модель SWAN** (Simulation Waves Nearshor) разработана Дельфийским институтом технологий (Нидерланды).

На данный момент версия - SWAN 41.31.

Решается уравнение баланса энергии волнового поля:

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} + \frac{\Delta c_x N}{\Delta x} + \frac{\Delta c_y N}{\Delta y} + \frac{\Delta c_\sigma N}{\Delta \sigma} + \frac{\Delta c_\theta N}{\Delta \theta} = \frac{S_{tot}}{\sigma}$$

SWAN
Simulating WAves Nearshore

http://swanmodel.sourceforge.net/
https://www.tudelft.nl

# Входные параметры

**Батиметрия**

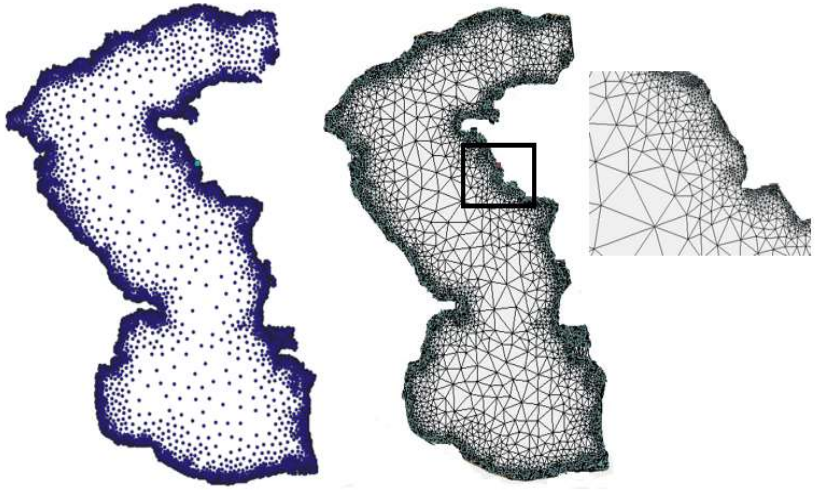
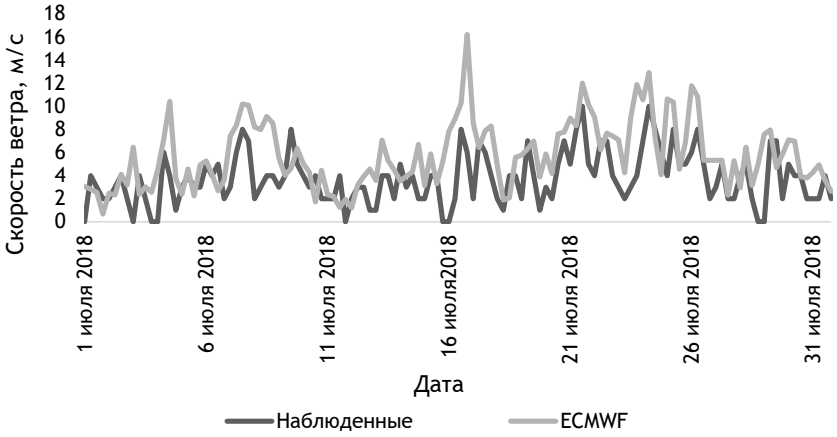


Рисунок. Регулярная и неструктурированная сетка для акваторий у Актау

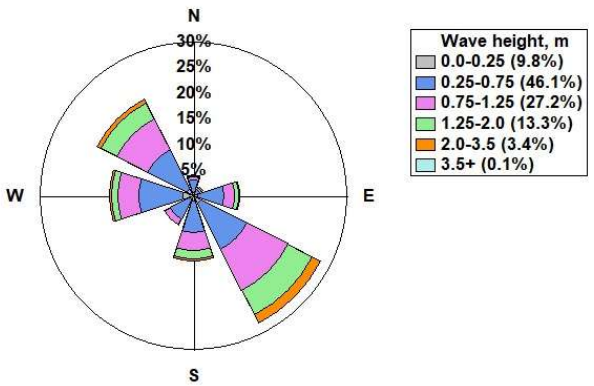
1. Неструктурированная сетка с данными о глубинах у акваторий порта Актау;
2. Данные ветровых характеристик базы ECMWF за 2018-2019 гг.

**Ветер**




Скорость ветра, наблюдаемая на станции Актау, и данные ECMWF имеют аналогичный ход в течение года, но скорость ветра на станции в среднем в 1-1,5 раза меньше, чем определенная ECMWF. Это можно объяснить расположением наблюдательной сети на берегу моря; на него могут повлиять внешние физические факторы местности.

# Результат моделирования



Максимальная высота волны более 3 м была зафиксирована в 6 случаях в 2018-2019 гг. с направлением волн на северо-запад и юго-восток.
14 декабря 2018 г. в 00.00 при скорости ветра 15 м / с высота волны достигла 3,79 м, период волны составил 6,89 секунды, при средней длине волны 65,37 м и среднем наклоне волны 0,06.

| Параметры волны | | Зима | Весна | Лето | Осень |
|---|---|---|---|---|---|
| Среднее | Значительная высота волны, м | 1.01 | 0.80 | 0.62 | 0.91 |
| | Период волны, с | 3.64 | 3.35 | 3.00 | 3.50 |
| | Длина волны, м | 19.00 | 15.61 | 12.11 | 17.26 |
| | Крутизна | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Максимум | Значительная высота волны, м | 3.79 | 2.41 | 1.95 | 2.63 |
| | Период волны, с | 6.89 | 6.01 | 5.07 | 6.42 |
| | Длина волны, м | 65.37 | 46.79 | 34.68 | 59.91 |
| | Крутизна | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.08 |

# Выводы

- Результаты сопоставления прогнозируемых значений по модели SWAN с данными фактических наблюдений и данными сутниковых альтиметров показали их достоверность;
- Прогнозы ветрового волнения можно составлять для любой точки на акваторий моря;
- Модель SWAN дает возможность анализирования изменения различных характеристик волнения (высота, направления волнения; период и длина волны; крутизна волны и т.д.) в открытой акваторий моря;

Международная научная конференция «Изменение климата в регионе Каспийского моря» 27-28 октября 2021 года

# Спасибо за внимание!