

Краткая информация о проекте

Наименование	AP14871838 «Исследование волнового климата водоемов Казахстана с применением данных спутниковой альтиметрии» (0122РК00745)
Актуальность	Изучение волнового климата различных водоемов является актуальной задачей, так как дает понимание того, какие изменения претерпевают параметры волны в течение длительного периода времени, что позволяет прогнозировать строительные объекты на побережье, предотвращать эрозионные изменения пляжей и обеспечивать безопасность судоходства. В связи с этим, возникает необходимость исследования волнового климата. Помимо инструментальных измерений скоростей течений и результатов математического моделирования, в последнее время для решения данной задачи активно используются данные дистанционного зондирования Земли. Спутниковая альтиметрия - это измерение высоты спутника относительно поверхности Земли по времени прохождения сигнала, посылаемого и получаемого после отражения от поверхности спутником. Альтиметрические данные дают возможность изучения высот волн и скорости ветра, сезонных, межгодовых изменений водоема или отдельных его частей.
Цель	Построение волнового климата Каспийского моря, а также озер Алаколь и Балхаш, с помощью данных спутниковой альтиметрии и исследование его влияния на состояние побережья. Разработка рекомендаций по управлению прибрежными зонами целевых водоемов с учетом волнового климата.
Задачи	<ol style="list-style-type: none">1. Анализ существующих современных методов, применимых к изучению водных объектов с помощью спутниковой альтиметрии. Извлечение альтиметрических данных по Каспийскому морю, озерам Балхаш и Алаколь (фильтрация данных). Измеримый результат: отфильтрованные данные. Роль: подготовка базы для разработки алгоритма извлечения данных спутниковой альтиметрии.2. Разработка алгоритмов фильтрации данных спутниковой альтиметрии: исключение влияния берега, мелких островов, дрейфующего или припайного льда. Измеримый результат: алгоритм фильтрации данных. Роль: подготовка изображений с удаленными элементами.3. Разработка методов определения типичной и экстремальной высоты волн по базе данных спутниковой альтиметрии. Измеримый результат: метод определения типичной и экстремальной высоты волн. Роль: построение типичных и экстремальных высот волн по сезонам и бассейнам Каспийского моря, озер Балхаш и Алаколь.4. Создание модели волновых свойств в исследуемых регионах. Измеримый результат: модель волновых свойств в исследуемых регионах. Роль: подготовка имитационной модели процесса апвеллинга.5. Фильтрация и обработка карт при помощи программы SNAP; изучение различных фаз процесса апвеллинга.

	<p>Измеримый результат: извлеченные карты. Роль: подготовка графиков распространения теплового потока по поверхности водоема.</p> <p>6. Сравнительный анализ спутниковых и локальных данных. Моделирование процесса апвеллинга в среде Matlab.</p> <p>Измеримый результат: собранные локальные данные. Роль: подготовка имитационной модели процесса апвеллинга</p> <p>7. Разработка методики моделирования распространения загрязнения при авариях.</p> <p>Измеримый результат: методика распространения загрязнения. Роль: подготовка имитационной модели распространения загрязнений в воде и процессов загрязнения берегов с учетом волнового климата целевых водоемов.</p> <p>8. Исследование влияния волнового климата на состояние водоемов и побережья. Разработка рекомендаций по управлению берегами (в том числе построенными сооружениями) с учетом волнового климата.</p> <p>Измеримый результат: рекомендации по управлению берегами. Роль: подготовка имитационной модели волнового климата целевых водоемов с учетом данных спутниковой альтиметрии, разработаны рекомендации по береговой застройке с учетом волнового климата.</p>
<p>Ожидаемые и достигнутые результаты</p>	<p>Ожидаемые результаты: алгоритмы извлечения данных спутниковой альтиметрии, исключаящих наложение материка, небольших островов, дрейфующего или припайного льда; методика определения типичной и экстремальной высоты волн по сезонам и бассейнам; модель волновых свойств в исследуемых регионах; технология для сравнения спутниковых данных с локальными данными; общие особенности волнового климата целевых водоемов; имитационные модели процесса апвеллинга, распространения загрязнений в водоеме и процессов загрязнения прибрежных районов; имитационная модель волнового климата целевых водоемов с учетом данных спутниковой альтиметрии; рекомендации по управлению прибрежными зонами целевых водоемов с учетом волнового климата.</p> <p>Достигнутые результаты:</p> <p>Научная новизна проекта заключается в использовании данных спутниковой альтиметрии. Исследовательской группой были извлечены альтиметрические данные для водоемов Казахстана: Каспийское море, озера Балхаш и Алаколь. Перед извлечением этих данных производилась проверка: наличия данных по Каспийскому морю, озерам Балхаш и Алаколь, покрываемости рассматриваемой области, наличия данных по высоте волн, коэффициент корреляции и т.д. со спутников GEOSAT, ERS-1, ERS -2, TOPEX, POSEIDON, GFO-1, JASON-1, ENVISAT-1, JASON-2, GRYOSAT, SARAL, JASON-3, S3A с 1990 года по текущее время. Все эти данные были получены из базы данных RADS (Radar Altimeter Database System http://rads.tudelft.nl/rads/rads.shtml). Спутниковый альтиметр получает данные несмотря на погодные условия, время года и время суток.</p> <p>В ходе выполнения проекта были разработаны алгоритмы извлечения и фильтрации данных спутниковой альтиметрии для</p>

целевых водоемов с целью исключения элементов данных, которые могут быть искажены наличием берега, небольших островов, дрейфующего или припайного льда. Относительно этого, в проекте все исследования базируются на данных спутниковой альтиметрии, сделанных при реализации различных миссий за последние 2-3 десятилетия. Эти данные сначала проанализированы относительно возможного наложения земли и/или льда. Далее исключены данные, которые соответствуют условиям низких волн для Каспийского моря (коэффициент коэффициентами обратного рассеяния $>13,5$ кдб) и наоборот оставлены данные с низкими волнами для озер Балхаш и Алаколь (коэффициентами обратного рассеяния $<13,5$ кдб), так как климатические особенности Каспийского моря, озер Балхаш и Алаколь различны. Оставшиеся множество данных будет проанализировано с точки зрения возможных смещений, временного дрейфа и неоднородного покрытия.

Исследованы методы определения типичных и экстремальных высот волн с применением альтиметрических данных. Из базы данных RADS были извлечены альтиметрические данные со спутников GEOSAT, ERS-1, ERS -2, TOPEX, POSEIDON, GFO-1, JASON-1, ENVISAT-1, JASON-2, GRYOSAT, SARAL, JASON-3, S3A с разбивкой по сезонам и бассейнам за 1991-2021 годы и локальные данные, полученные от Казгидромет для станций Балхаш, Алгазы, Сарышаган и с сайта <http://ww38.esimo.com/> для станций Дербент, Изберг, Махачкала. Используя эти данные, а именно данные о пересечениях и наклонах, были получены высоты типичных и экстремальных волн Каспийского моря, озер Балхаш и Алаколь, которые изображены графически. А также получены средние значительные высоты волн Каспийского моря по сезонам и бассейнам, озер Балхаш и Алаколь по сезонам.

Проведен попарный анализ данных с разных спутников. Корректировка спутниковых данных является достоверностью полученных результатов, но для того, чтобы обосновать эти результаты волнового климата они были сравнены с локальными данными в рассматриваемой области (попарный анализ). На сайте Центра гидрометеорологических исследований Российской Федерации (www.esimo.ru) стали доступны ежемесячные усредненные значения высот волн 13 станций с наблюдениями за 1977–1991 гг. и трех станций с измерениями за 1977–2021 гг. Этот набор данных, основанный на визуальных наблюдениях, позволил нам создать методики сравнения полученных результатов с наземными измерениями. Воспроизводимость полученных результатов обеспечивается корректным применением указанных методов.

В Каспийском море процесс апвеллинга наиболее отчетливо выражен вблизи побережья Среднего Каспия. Основной причиной этого процесса являются постоянные северные и северо-восточные ветра. Нами исследован процесс апвеллинга в период с июня по август за 2017-2023 годы. Суточная скорость изменения температуры была рассчитана по данным SST (sea surface temperature – температура поверхности воды), полученные со спутниковой системы наблюдения Земли (EOS). При моделировании процесса апвеллинга в среде Matlab были

	<p>определены 2 фазы: активная и фаза релаксации. Для учета атмосферных воздействий необходима адекватная информация о данных ветра. Для этой цели мы использовали локальные данные о скорости ветра и направления, измеренные на станции Форт-Шевченко, Актау, Курык и Фетисово. В итоге выявлено, что апвеллинг начинается в июне, но наибольшей интенсивности достигает в июле и августе. Скорость и направление ветра были визуализированы с помощью пакета приложений Matlab. Таким же способом, смоделирован процесс апвеллинга для озер Балхаш и Алаколь.</p>
<p>Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Ракишева Зауре Баяновна к.ф.-м.н., доцент, Индекс Хирша – 2, Researcher ID: N-4332-2014, ORCID: 0000-0003-2745-7775, https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56449239900 2.Soomere Tarmo, Professor of Coastal Engineering, Индекс Хирша – 35, ORCID: 0000-0003-2900-0840 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602843214 3.Калиева Назгуль Болатовна, PhD, Индекс Хирша – 0, ORCID: 0000-0002-8629-0023 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191632932 4.Сахаева Айгерим Куандыковна, магистр, Индекс Хирша – 1, ORCID: 0009-0003-6240-6938 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58141961800 5.Ногайбаева Макпал Оразбаевна, магистр, Индекс Хирша – 0, ORCID: 0000-0003-1205-2564 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202786707 6.Маемерова Гульнара Маратовна, PhD, Индекс Хирша – 4, ORCID: 0000-0003-2878-580X https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55899282100 7.Лязат Жанболат Тулендыулы, магистр, Индекс Хирша – 0, ORCID: 0000-0002-8022-6143, Researcher ID Web of Science P-5622-2017 8.Куссембаева Куаныш Канатовна, магистр, Индекс Хирша – 1, ORCID: 0009-0006-6651-0291 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57212082055
<p>Список публикаций со ссылками на них</p>	<p>Д. Нұрбекұлы, М.Қ. Бейсембекова, Г.М. Маемерова, З.Б. Ракишева. Моделирование изменения объема воды озера Алаколь с применением полиномиальной регрессии // Вестник КазНПУ им. Абая, серия «Физико-математические науки». – 2023. – Т. 84, вып. 4. – с. 101-108. https://bulletin-phmath.kaznpu.kz/index.php/ped/article/view/1720/915</p>
<p>Информация о патентах</p>	<p>-</p>