

УДК 656.61.052

ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МОРСКИХ ВОЛН ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОВОЖДЕНИЯ

Глушков Сергей Витальевич¹, доктор технических наук, профессор

e-mail: Glushkov@msun.ru

Жеретинцев Илья Алексеевич¹, аспирант

e-mail: zheretintsev@msun.ru

Корчака Артем Олегович¹, студент

e-mail: artyom.kor4aka@gmail.com

¹ Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского, Владивосток, Россия

Аннотация. Работа посвящена разработке системы мониторинга параметров морских волн с использованием API Stormglass, принадлежащей сайту Stormglass.io, который предоставляет прогнозы с высоким разрешением от самых надежных метеорологических учреждений мира. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения безопасности судоходства в условиях усиления штормовой активности. Данное приложение на Python, показывает параметры морского волнения и рассчитывает потерю скорости судна. Данная программа является, начальной частью проекта по нахождению более безопасного маршрута следования судна. Разработанный инструмент может применяться в навигации, океанографии и управлении морскими ресурсами.

Ключевые слова: мониторинг параметров морского волнения, скорость потери судна, маршрут судна.

MEASUREMENT OF SEA WAVE PARAMETERS TO ENSURE NAVIGATION SAFETY

Sergey V. Glushkov¹, Doctor of Technical Sciences, Professor

e-mail: Glushkov@msun.ru

Ilya A. Zheretintsev¹, Doctoral Student

e-mail: zheretintsev@msun.ru

Artem O. Korchaka¹, Bachelor's Degree Student

e-mail: artyom.kor4aka@gmail.com

¹ Admiral G.I. Nevelsky Maritime State University, Vladivostok, Russia

Abstract. The work is devoted to the development of a system for monitoring sea wave parameters using the Stormglass API, owned by the Stormglass.io website, which provides high-resolution forecasts from the most reliable meteorological institutions in the world. The relevance of the study is due to the need to improve the safety of navigation in conditions of increased storm activity. This Python application shows the parameters of sea waves and calculates the loss of

vessel speed. This program is the initial part of the project to find a safer route for the vessel. The developed tool can be used in navigation, oceanography and marine resource management.

Keywords: monitoring of sea wave parameters, vessel loss rate, vessel route.

Спутниковое обследование земной поверхности является современным методом изучения различных природных явлений и способом получения нужных данных для решения различных проблем, связанных со стихийными бедствиями. Классические методы распознавания изображений представляют собой набор технологий, алгоритмов и математического программирования, которые используются для классификации изображений. Задачи распознавания и классификации изображений является основной в большинстве интеллектуальных систем.

Разработка системы измерения физических параметров морских волн является важной задачей в области навигации, океанографии и морской инженерии. Системы мониторинга волн играют ключевую роль в понимании динамики океанских процессов, что, в свою очередь, имеет значительное значение для обеспечения безопасности навигации, рыболовства, защиты прибрежных территорий и эффективного управления морскими ресурсами.

Морские волны представляют собой сложные явления, которые зависят от множества факторов, включая ветер, географические особенности и климатические условия. Измерение таких параметров, как высота волн, период, направление и скорость, позволяет не только анализировать текущие условия, но и предсказывать их изменения.

Современные технологии, такие как дистанционное зондирование, акустические датчики и системы на основе беспилотных летательных аппаратов, открывают новые горизонты для точного и эффективного измерения параметров волн. Эти технологии позволяют собирать данные в реальном времени, что значительно улучшает качество прогнозов и моделей поведения морских волн.

Актуальность данной темы обусловлена растущими вызовами, в том числе связанными с изменениями климата, которые приводят к увеличению частоты и силы штормов. В связи с этим, существует необходимость в разработке надежных и высокоточных систем мониторинга, способных предоставлять актуальные данные о состоянии морской поверхности.

Проблематика исследования заключается в недостаточной точности существующих методов измерения параметров морских волн, а также в необходимости интеграции новых технологий для повышения эффективности сбора и анализа данных. Это требует комплексного подхода к разработке систем, которые могут работать в различных условиях и обеспечивать высокую степень надежности.

Объектом исследования являются физические параметры морских волн, такие как высота, длина, период, амплитуда, скорость, крутизна, энергия и направление. Предметом исследования выступают методы и технологии, используемые для их измерения и анализа.

Целями данного исследования являются разработка эффективной системы измерения параметров морских волн, и оценка ее влияния на безопасность мореплавания. Задачи исследования включают анализ существующих методов измерения, разработку новых алгоритмов обработки данных и проведение испытаний созданной системы.

Методологической базой исследования служат современные методы физики, математического моделирования, а также технологии обработки данных. Эти подходы позволяют создать надежную и высокотехнологичную систему, способную эффективно решать поставленные задачи.

Морское волнение представляют значительную опасность для судоходства, и его влияние может быть разрушительным. Большие волны могут привести к потере управления судном, серьезным повреждением судна и его имущества, травмам экипажа или к гибели судна. Непредсказуемые изменения в высоте и направлении волн могут затруднять маневрирование, что увеличивает риск столкновений или аварий.

Для устранения опасности морского волнения необходимо использовать следующие методы:

Планирование маршрута. Необходимо использовать метеорологические данные для выбора безопасного маршрута, избегая зон с сильным волнением.

Снижение скорости. Уменьшение скорости судна в условиях сильного волнения может помочь сохранить контроль и уменьшить риск повреждений.

Использование специализированного оборудования. Установка стабилизаторов и других технологий, помогут уменьшить колебания судна.

Обучение экипажа. Рекомендуется проведение регулярных тренировок с экипажем по действиям в условиях сильного волнения, чтобы они знали, как реагировать в экстренных ситуациях.

Мониторинг условий. Необходим постоянный мониторинг погодных условий и состояния моря с использованием современных технологий, таких как спутниковые системы и метеорологические радары.

Эвакуация и безопасность. Разработка планов эвакуации и обеспечение наличия спасательных средств на борту позволяет защитить экипаж в случае чрезвычайной ситуации.

Опасности, связанные с морскими волнами, требуют внимательного подхода к судоходству. Применение методов предотвращения опасности морского волнения и соответствующая подготовка, могут значительно снизить риск аварийных ситуаций и обеспечить безопасность, как судна, так и его экипажа.

Для измерения физических параметров морских волн была разработана система с использованием библиотеки `tkinter` на `Python`. Система взаимодействует с сервисом `Stormglass`, используя ключ `API` для получения актуальных данных о погоде, таких как высота волны, направление волны, период волны, скорость ветра и направление ветра.

`Stormglass.io` — это онлайн-сервис, предоставляющий данные о погодных условиях, особенно ориентированный на морскую тематику. Он предлагает точные и детализированные прогнозы погоды, включая данные о волнах, ветре, температуре воды и других параметрах, которые важны для моряков, серферов, рыбаков и других пользователей, связанных с морем.

Одной из особенностей сервиса, является предоставление ключа `API` для разработчиков, с помощью которого появляется возможность интегрировать данные `Stormglass.io` в свои приложения, сайты или системы. `API` поддерживает различные параметры запросов, такие как координаты, временные диапазоны и типы данных. Для получения доступа к данным необходимо оформить подписку. Существует и бесплатная подписка. Она предлагает пользователю совершать не более 10 запросов к погоде в день. Для совершения большого количества запросов необходимо рассчитать необходимое количество запросов в день и оформить платную версию подписки.

Структура данной системы состоит из нескольких ключевых компонентов, которые взаимодействуют между собой для выполнения задач:

- Импорты библиотек.
- Константы.
- Функции:
- Графический интерфейс:

- Основной цикл программы.

Эта структура делает систему модульной, легко расширяемой и понятной для дальнейшей разработки или модификации.

Система имеет блок ручного ввода данных необходимых для расчетов, и блок автоматических расчетов.

Порядок использования системы заключается в следующем:

Пользователь вводит координаты (широту и долготу) и нажимает кнопку «Получить». Программа получает данные о волнах и ветре и отображает их в интерфейсе.

Пользователь вводит глубину воды и нажимает кнопку «Расчет параметров волны». Программа рассчитывает и отображает длину волны, классификацию глубины воды, скорость волны, крутизну волны, амплитуду и энергию волны.

Пользователь вводит данные о высотах волн и нажимает кнопку «Расчет h3%». Программа рассчитывает и отображает высоту волны 3% обеспеченности.

Пользователь вводит курс судна, начальную скорость и водоизмещение, затем нажимает кнопку "Расчет V". Программа рассчитывает и отображает курсовой угол и значение скорости судна с учетом потерь, если таковы имеются.

Пользователь может сохранить все данные в текстовый файл, нажав кнопку «Сохранить».

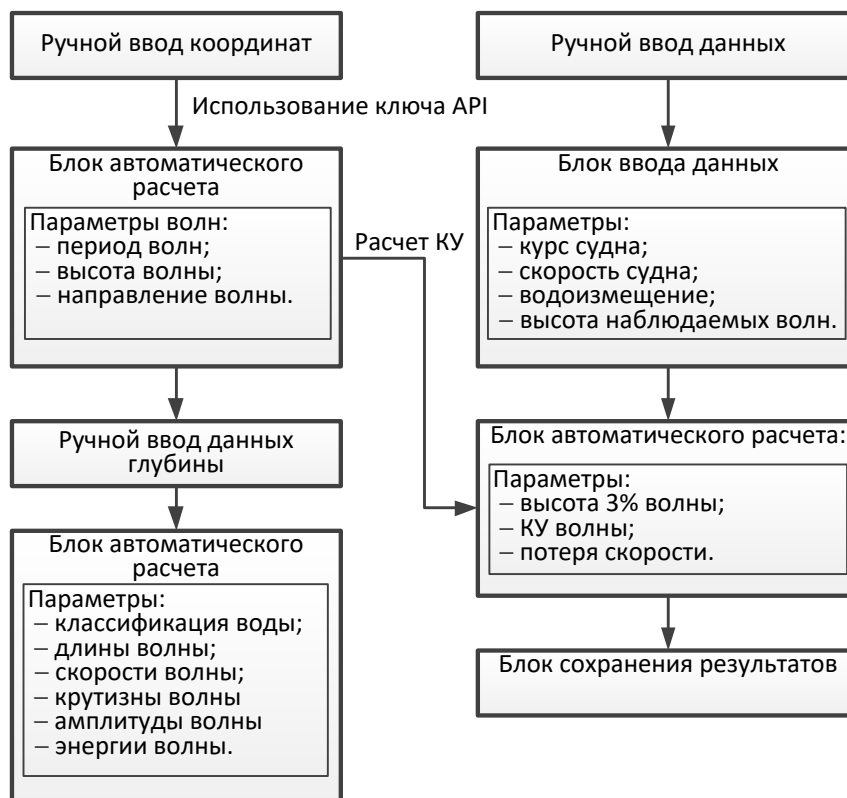


Рисунок 1 – Структура использования системы

Перед началом работы подключаются необходимые модули и библиотеки.

Основные функции системы измерения физических параметров морских волн:

1. Получение данных о погоде.

- Пользователь вводит координаты (широту и долготу).
- Программа отправляет запрос к API Stormglass и получает данные о волнах и ветре.
- Полученные данные отображаются в интерфейсе (высота волны, направление волны, период волны, скорость ветра, направление ветра).

2. Расчет параметров волн.

Программа рассчитывает длину волны, классифицирует глубину воды (глубокая, мелкая, переходная), вычисляет скорость волны, крутизну волны, амплитуду и энергию волны на основе введенной глубины воды и полученного периода волны.

3. Расчет высоты волны 3% обеспеченности.

- Пользователь вводит данные о высотах волн (через запятую).
- Программа сортирует данные и вычисляет высоту волны 3% обеспеченности ($h_{3\%}$), которая используется в морской инженерии для оценки экстремальных условий.

4. Расчет курсового угла и потери скорости судна.

- Пользователь вводит курс судна, скорость судна на тихой воде (V_0) и водоизмещение.
- Программа рассчитывает курсовой угол (КУ) волны относительно курса судна и вычисляет потерю скорости судна из-за волн.

5. Сохранение данных.

Пользователь может сохранить все рассчитанные и полученные данные в текстовый файл.

Внешний вид интерфейса приведен на рис. 2.

Параметры морских волн

Широта: 43.01
Долгота: 131.98
Получить

ПАРАМЕТРЫ ВЕТРА
Направление ветра: 61.85°
Скорость ветра: 2.01 м/с

ПАРАМЕТРЫ ВОЛНЫ
Период волны: 5.51 с
Высота волны: 0.24 м
Направление волны: 189.44°
Глубина воды (м): 17
Классификация: переходная
Длина волны: 46.46 м
Скорость волны: 8.43 м/с
Крутизна волны: 0.0052
Амплитуда: 0.12 м
Энергия волны: 70.63 Дж/м²

Курс судна (°): 50
V0 судна (уз): 12
Водоизмещение (т): 1500
h3%: 7.93 м
КУ волны (рад): 2.43
V потери (уз): 11.41

Расчет h3%
Расчет V
Сохранить

Расчет параметров волны

Рисунок 1 – Интерфейс системы

Проведенные исследования и реализация программного решения позволили сделать следующие выводы:

1. Реализованная система отличается простотой использования и наглядностью визуального представления результатов. Интуитивно понятный пользовательский интерфейс позволяет легко производить необходимые расчеты для дальнейшего их использования, в первую очередь для обеспечения безопасности и эффективности судовождения

2. Полученные в ходе работы результаты имеют практическую ценность для таких сфер деятельности, как судовождение, метеорология, океанография, морская инженерия.

3. Дальнейшее развитие системы может быть связано с расширением набора функций, которые касаются расчетов различного рода процессов на морском направлении (учет течений, данные о ледовой обстановке), а также ветро-волновых потерь скорости судна с учетом дополнительных параметров (регулярность волнения, влияние ветра). Не

исключается интеграция с другими источниками данных, в том числе с различными рода датчиками, а также интеграция в мостиковые системы кораблей.

В целом, выполненная работа подтверждает актуальность развития и перспективность применения подобных систем, для решения задач навигации и автоматизации анализа морского пространства.

Список литературы:

1. Васильев, К. П. Что должен знать судоводитель о картах погоды и состояния моря. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1980. — 231 с. : ил. : 22 см.; ISBN В пер. (В пер.).
2. Giordano, Nicholas. College Physics: Reasoning and Relationships (англ.). — Cengage Learning [англ.], 2009. — P. 421—424. — ISBN 978-0534424718.
3. Глухов, В. Г., Гордиенко, А. И., Шаронов, А. Ю., Шматков, В. А. Гидрометеорологическое обеспечение мореплавания. Учебник в трёх частях / Под редакцией Шаронова А. Ю. — Санкт-Петербург: Свое издательство, 2014. — 406 с. — ISBN 978-5-4386-0319-1
4. Бояринов А.М. Анализ применимости формул расчета ветро-волновых потерь скорости хода морских судов / А.М. Бояринов, А.А. Ершов, С.М. Пылаев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. — 2017. — Т.9. — № 6. — С. 1168 —1174. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-6-1168-1174
5. М. В. Бурханов. Справочник штурмана. Справочное издание. — М.: «МОРКНИГА», 2008 - 560 с., 145 ил., 87 табл. ISBN 978-5-903080-08-3
6. Чижиумов, С. Д. Основы гидродинамики: учеб. Пособие. — Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2007 — 106 с. ISBN 978-5-7765-0516-4
7. Прогнозы погоды и исторические данные. URL: <https://stormglass.io/marine-weather/> (дата обращения 17.04.2025)

