

Сриберко А.А.

студентка,

Одеський державний екологічний університет

ПЕРСПЕКТИВНІ НАУКОВІ НАПРЯМИ У РОЗВИТКУ ОКЕАНОЛОГІЇ

На сьогоднішній день для галузі наукових досліджень характерний стрімкий розвиток технологій, наприклад високоточного обладнання та пристроїв, дуже потужних комп'ютерів, швидкісних систем передачі великого обсягу даних тощо. Завдяки чому науковці мають змогу отримувати високоточні дані вимірювань та на їх основі проводити наукові експерименти, розраховувати й аналізувати мінливість різноманітних характеристик та моделювати процеси, які протікають у геосферах Землі.

Одним із найперспективніших наукових напрямів в океанології є оперативна океанографія. EuroGOOS (European Global Ocean Observing System) надає таке визначення [1]: Оперативна океанографія – це систематичні та довгострокові регулярні виміри параметрів морів, океанів та атмосфери, а також їх швидка інтерпретація та поширення. Прогнозування стану океану як частина оперативної океанографії засноване на зборі даних спостережень океану в режимі, близькому до реального часу, і здійснюється шляхом швидкої передачі даних

спостережень до центрів обробки даних, які здійснюють контроль якості та надають дані до центрів прогнозування. Там потужні комп'ютери, що використовують чисельні моделі прогнозування океану, асимілюють спостереження моделі, щоб поліпшити і створити початкові умови для прогнозів океану, причому прогнози зазвичай становлять до 10 днів. Центри аналізу даних та прогнозування стану океану працюють у штатному режимі, що повністю підтримують рівень виробництва та надання послуг на рівні, що визначається користувачем. На сьогодні центри прогнозування стану океану досліджують фізичні та біогеохімічні властивості морського середовища у глибоководних та прибережних його районах. Аналіз та прогнозування екосистем є активними напрямками досліджень [1; 2, с. 1–2].

Оперативна система моніторингу та прогнозування стану океану складається з різних складових. Основними з яких є спостереження параметрів стану океану, чисельні моделі та процес, який називається «асиміляція даних». Ряд даних спостережень за станом океану збирається з різних платформ, включаючи супутникові та контактні виміри. Ці дані вводяться у числові моделі океану, які роблять розрахунки на високопродуктивних комп'ютерах. Моделювання базується на рівняннях, які описують фізичні закони мінливості параметрів океану, наприклад, гідродинамічні рівняння визначення мінливості температури води, висот хвиль тощо. Потім відбувається асиміляція даних, яка об'єднує дані спостережень з результатами моделювання для оптимізації якості прогнозів, тобто здійснюється зіставлення результатів моделювання з реальними даними параметрів стану океану [3].

У таблиці 1 наведено основні види контактних вимірів параметрів океану.

Основні види супутникових вимірів параметрів океану наведено у таблиці 2.

Автори [6] роблять висновки, що передача в оперативному режимі океанографічної інформації, створення прогностичної продукції та доведення її до споживача з використанням сучасних технологій дозволяє оптимізувати господарську діяльність на морі та прилеглих узбережжях. Інформаційною основою підготовки різних видів оперативної океанографічної продукції є моніторинг параметрів морського та повітряного середовища, на основі якого надалі становлять прогнози характеристик морського середовища океану. Для забезпечення потреб оперативної океанографії необхідним є створення систем безперервного та ефективного моніторингу як усього океану, і його морів [6, с. 99].

Основні види контактних вимірів параметрів океану

Тип платформи для досліджень	Вимірюваний параметр океану
Поплавці Argo	Температура, солоність, тиск, завислі частинки, рН, кисень, нітрати, хлорофіл.
Дослідницькі судна	Температура, солоність, течії, кисень, поживні речовини, вуглець, хлорофіл-а.
Планери (Gliders)	Температура, солоність, течії, рН, хлорофіл-а, кисень, поживні речовини.
Дрейфуючі буї	Поверхневі течії, температуру поверхні моря, солоність поверхні моря.
Поромні бокси	Температура, солоність, мутність, хлорофіл, поживні речовини, кисень, рН, типи водоростей.
Вимірювачі рівня моря	Рівень моря
Заякрні буї	Температура, солоність, течії, поживні речовини, кисень, рН, вітер.
Морські тварини	Температура, солоність.
Вітрильні дрони	Температура, солоність, течії, рН, хлорофіл-а, кисень, CO ₂ .
ВЧ радари	Течії

Джерело: [4]

На думку автора [7], щоб задовольнити зростаючі потреби оперативної океанографії та кінцевих користувачів МСЗ (Моделювання Системи Земля), моделі циркуляції океану повинні будуть мати можливість явно враховувати широкий діапазон фізичних масштабів через багатомасштабний характер океанічних течій. Підвищення продуктивності моделей циркуляції океану на сучасних високопродуктивних комп'ютерах дозволить розширити спектр масштабів у моделях. На даний час спостерігається тенденція до масово-паралельних комп'ютерів з гетерогенними багатоядерними процесорами. Швидкий пошук в Інтернеті на запит «роботи з моделювання океану» показав, що існує великий попит на навички роботи з комп'ютерами в області моделювання океану. Це зумовлено кількома чинниками. В академічних колах упор на дослідження клімату має на увазі не лише тісне міждисциплінарне співробітництво, а й потребу у студентах та докторантах із високими навичками програмування. Основна проблема, з якою стикаються академічні кола при залученні молодих та талановитих програмістів, полягає у несумісності між розробками моделей, які можуть вимагати багато років для досягнення результатів, та високими показниками публікацій, які нині стають нормою для просування молодих вчених.

Таблиця 2

Основні види супутникових вимірів параметрів океану

Тип інструменту	Вимірюваний параметр океану	Назва інструменту	Супутник
Спектрорадіометр	Вміст хлорофілу; Органічний та мінеральний склад; Температура поверхні моря (ТПМ); Морський крижаний покрив.	OLCI VIIRS MERIS MODIS SeaWiFS	Sentinel-3 A/B SNPP; NOAA-20 ENVISAT AQUA SeaStar
Інфрачервоні радіометри	Температура поверхні моря (ТПМ)	AVHRR MODIS VIIRS AATSR SLSTR SEVIRI GOES	NOAA, METOP-A AQUA SNPP; NOAA-20 ENVISAT Sentinel-3 MSG GOES
Мікрохвильовий радіометр	Концентрація морського льоду, тип, протяжність; Температура поверхні моря (ТПМ); Солоність; Вміст водяної пари в атмосфері; Вміст рідини в атмосфері (хмари); Дощ.	SSM/I TMI AMSR-E AMSR2 MWR JMR, AMR, AMR-2 TMR WindSat MWI	DMSP TRMM AQUA GCOM-W1 ENVISAT, Sentinel-3 Jason-1/2, Jason-3 Topex/Poseidon Coriolis HY-2
Супутникові альтиметри	Висота поверхні моря; Швидкість вітру біля поверхні океану; Висота хвилі; Морський лід.	Poseidon-3B Poseidon-3 SRAL SIRAL ALTIKA RA Poseidon-2 RA-2 RA GFO-RA NRA/SSALT	Jason-3 Jason-2 Sentinel-3 Cryosat-2 Saral HY-2 Jason-1 ENVISAT ERS-1/2 GFO Topex/Poseidon
Супутниковий скаттерометр	Вектор вітру; Концентрація морського льоду; Дощ.	ASCAT OSCAT HSCAT QuickSCAT AMI-SCAT	METOP-A/B OceanSat2 HY-2 SeaWinds ERS-1/2
Радар із синтезованою апертурою (SAR)	Моніторинг морського льоду; Поверхневі хвилі; Вітер.	C-Band SAR X-Band SAR	Sentinel-1; Radarsat-2; ENVISAT; RCM TerraSAR-X; CosmoSkyMed

Джерело: [5]

Можливості працевлаштування у сфері моделювання океану у приватному секторі поділяються на дві категорії: одна тісно співпрацює з державними установами як підрядники, інша надає зацікавленим особам продукти оперативної океанографії та океанографічні послуги. Швидкі успіхи означають, що потенціал зростання для цього сектора високий, і в майбутньому буде багато можливостей для навчання та працевлаштування. Міждисциплінарний характер оперативної океанографії робить її цікавою науковою кар'єрою, особливо для тих, хто цікавиться дослідженнями чи освоєнням нових технологічних досягнень та методів [7, с. 56–58].

Список використаних джерел:

1. EuroGOOS. URL: <https://eurogoos.eu/about-eurogoos/what-is-operational-oceanography/> (дата звернення: 22.05.2022).
2. Schiller, A., Moure, B., Drillet, Y., Brassington, G. (2018). An overview of operational oceanography. *New Frontiers in operational oceanography*, GODAE OceanView, pp. 1–26.
3. Copernicus. Architecture of an Ocean Monitoring and Forecasting System. URL: <https://marine.copernicus.eu/explainers/operational-oceanography/monitoring-forecasting> (дата звернення: 31.05.2022).
4. Copernicus. In situ platforms. URL: <https://marine.copernicus.eu/explainers/operational-oceanography/monitoring-forecasting/in-situ/platforms> (дата звернення: 31.05.2022).
5. Copernicus. Satellites and their Instruments. URL: <https://marine.copernicus.eu/explainers/operational-oceanography/monitoring-forecasting/satellites/instruments> (дата звернення: 31.05.2022).
6. Урум Н. С., Іваненко В. М., Федунів В. М. Оперативні системи моніторингу і прогнозування океану – актуальність та тенденції розвитку. *Водний транспорт*. Київ : ДУІТ, 2022. Випуск 1(35). С. 94–101. DOI: <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2022.1.35>
7. Chassignet, Eric P. (2021). Ocean modeling. *Preparing a Workforce for the New Blue Economy*. Elsevier, pp. 47–61. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821431-2.00055-X>