

**О.Ю. Митропольський, С.П. Ольштинський, Г.М. Іванова**

Інститут геологічних наук НАН України, Київ

## **ОРГАНІЗАЦІЯ БАЗ ДАНИХ З МОРСЬКОЇ ГЕОЛОГІЇ В ІНСТИТУТІ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК НАН УКРАЇНИ**

---

В останні десятиріччя важливою ресурсною складовою сучасних інформаційних систем є бази даних про стан морського середовища, які об'єднують архівні документи та результати сучасних досліджень. Історичний зріз розвитку інформатики та автоматизації в широкому спектрі природничих наук демонструє якісно новий стан вивчення Світового океану.

Ідея створення автоматизованої інформаційної системи на науково-дослідних судах «Михаил Ломоносов» і «Академик Вернадский» належить академіку АН УРСР А.Г. Колеснікову, який активно впроваджував автоматизацію та інформатизацію в океанографічних дослідженнях Світового океану. Математизацію морських геологічних досліджень в Інституті геологічних наук (ІГН) АН УРСР було започатковано в 1962 р. у секторі гідрогеології та інженерної геології (зав. сектором чл.-кор. АН УРСР А.Є. Бабінець) створенням системи «Нептун» — автоматизованої інформаційної системи збору, обробки та зберігання даних морських геологічних досліджень [1—5]. Введення, редагування, корекція та зберігання отриманих даних у системі «Нептун» стало суттєвим кроком вперед завдяки застосуванню ЕОМ «Мінськ-22» для обробки морської геологічної інформації.

Подальший розвиток автоматизації та інформатизації вимагав створення концепції національної системи збору, передачі, зберігання та забезпечення користувачів океанологічною і, зокрема, геологічною інформацією (Владіміров В.Л., Єремеєв В.М., Митропольський О.Ю., Суворов Л.М., 1993) [6]. У 1994 році на базі Морського геофізичного інституту (МГІ) НАН України було створено національну систему збору океанологічної інформації [7] і проведено відповідну каталогізацію даних океанологічних спостережень в Україні.

У національній програмі досліджень та використання ресурсів Азово-Чорноморського басейну, інших районів Світового океану на період до 2000 р. і далі виконувались такі проекти:

© О.Ю. МИТРОПОЛЬСЬКИЙ, С.П. ОЛЬШТИНСЬКИЙ, Г.М. ІВАНОВА, 2016

1. Національний банк океанологічних даних. На якісно новому рівні вирішувалась проблема створення та впровадження в експлуатацію національної автоматизованої комп'ютерної системи збору, передачі, збереження та аналізу морської геологічної інформації.

2. Морські експертні системи. Створення баз океанологічних (у тому числі геологічних) експертних систем підтримки прийняття рішень з використання баз даних і знань про стан морського середовища.

3. Комп'ютерний морський атлас. Створення комплексного цифрового Атласу-довідника Азово-Чорноморського басейну та інших районів Світового океану.

У травні 1993 р. Указом Президента України Л.М. Кравчука при Кабінеті Міністрів України було створено Національне агентство морських досліджень і технологій (НАМДіТ), яке залучило вчених Національної академії наук України до розробки концептуальних основ державної політики у галузі досліджень і використання ресурсів Азово-Чорноморського басейну та інших районів Світового океану. Цей Указ став поштовхом у розвитку вивчення та освоєння морських акваторій.

У 2009 р. ІГН НАН України було підписано Грантову угоду «Up-Grade Black Sea Scientific Network» (Up-Grade BS-Scene) № 226592 з Європейським співтовариством, надану Комісією з Європейського співтовариства, а також Морським інформаційним сервісом (MARIS). Крім ІГН у контракті брали участь ще 50 організацій з 11 країн світу (України, Бельгії, Голландії, Туреччини, Росії, Грузії, Болгарії, Румунії, Греції, Франції, Кіпру). Термін виконання робіт — 2009—2011 рр.

Роботи виконувалися в рамках Шостої рамкової програми Європейського Союзу.

Мета проекту:

- 1) розвиток наявної науково-дослідної інфраструктури;
- 2) упровадження результатів науково-дослідних робіт, отриманих відповідно до Шостої рамкової програми (проекту Sea Data Net) — спільні комунікаційні стандарти та адаптовані технології — задля досягнення сумісності центрів накопичення даних;
- 3) об'єднання в мережу нових чорноморських центрів даних, забезпечення їх баз даних можливістю *on-line* контролю;
- 4) реалізація та поліпшення *on-line* доступу до даних дистанційного зондування, *in-situ* — даних, метаданих та закінчених продуктів;
- 5) адаптування стандартизованих методологій задля перевірки даних з метою забезпечення якості, сумісності та узгодженості інформації, що надходить із різних джерел.

Упродовж терміну виконання проекту було проведено три тренувальні курси (перший — на Кіпрі; другий та третій — у м. Остенде, Бельгія) та дві наукові конференції (Одеса, Україна). ІГН брав участь у тренувальних курсах на Кіпрі та в м. Остенде та у конференції IMDIS-2010 в Парижі.

Згідно з проектом в ІГН НАН України встановлено веб-сервер передання даних, підключений у мережу Up-Grade BS-Scene, створено понад 100 файлів з метаданими, які додані до єдиної мережі. Зараз сервер працює в робочому режимі, продовжується поповнення баз метаданих для подальшого передання їх до інформаційної мережі.

Куратор Up-Grade BS-Scene повідомив ІГН НАН України про підготовку чергового проекту для продовження розвитку мережі даних. Для участі в майбутньому проекті ІГН зобов'язаний постійно поповнювати мережу метаданими та підтримувати сервер у робочому стані.

За результатами розробок проекту було опубліковано 11 статей в українських та міжнародних виданнях.

Здійснено презентації на семи наукових конференціях:

1) Гожик П.Ф., Іванова Г.М. на Міжнародній конференції «Морські береги» (Кацивелі, 14—15 вересня 2009 р.);

2) Гожик П.Ф., Митропольський О.Ю., Ольштинська О.П., Іванова Г.М. на конференції «Сучасні проблеми літології осадових басейнів України та суміжних територій» (Київ, 09—10 листопада 2010 р.);

3) Гожик П.Ф., Іванова Г.М. на Українсько-Фінському семінарі (Гельсінкі, Фінляндія, 25—30 серпня 2009 р.);

4) Іванова Г.М. на Українсько-Російському семінарі з динаміки шельфу Чорного моря (Кацивелі, 05—08 липня 2011 р.);

5) Гожик П.Ф., Митропольський О.Ю., Іванова Г.М. на Українсько-Російській конференції «Чорне море як імітаційна модель Світового океану» (Київ, 01—03 червня 2011 р.);

6) Ольштинський С.П., Ольштинська О.П. на Міжнародній конференції IMDIS-2010 (Париж, 28 березня — 01 квітня 2010 р.);

7) Ольштинська О.П. на XI Міжнародній конференції діатомологів (Мінськ, 27 вересня — 02 жовтня 2009 р.).

Океанологічні інформаційні потоки (у тому числі й з морської геології), сформовані за часів СРСР, після його розпаду виявилися значною мірою порушеними. Російські банки даних стали монопольними власниками інформації. Наявні сьогодні в Україні дані вимірювань гідрологічних, гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, гідрометеорологічних, геолого-геофізичних параметрів морського середовища, живих і неживих ресурсів Азово-Чорноморського басейну та Світового океану в цілому зберігаються, як правило, в розрізних архівах і банках даних у вигляді, малодоступному широкому колу споживачів та зацікавлених фахівців.

Починаючи з 1993 року в рамках державної науково-технічної програми дослідження і використання Світового океану в інтересах науки і народного господарства України виконувались роботи за проектом «Національний банк океанологічних даних». Цей проект дозволив об'єднати зусилля вчених на спільній концептуальній і методологічній основі, вести роботи зі створення державної океанологічної інформаційної системи (ДОІС) і спеціалізованих морських інформаційних підсистем.

Одним із основних напрямів роботи такої ДОІС була підсистема «неживі ресурси», головним постачальником даних до якої є ІГН НАН України. Каталогізація охопила в основному геологічні дані, власниками яких є академічні організації, зокрема ІГН.

На сьогодні каталогізовано інформацію про: 1) Чорне та Азовське моря (приблизно 30 % даних); 2) Баренцове та Біле моря (3 %); 3) Червоне і Середземне моря (5 %); 4) Атлантичний океан — тропічна частина, зокрема Гвінейський шельф і континентальний схил, Північна Атлантика (приблизно 10 %);

5) окремі райони Індійського та Тихого океану — південно-східна частина Тихого океану (близько 15 %).

Набір параметрів, отриманих завдяки дослідженням в експедиційних (морських) і лабораторних умовах, поділяється на дві основні групи. До першої належать гідрофізичні дані, отримані у різних частинах Світового океану — приблизно 200 000 значень на паперових носіях. Друга група — дані щодо геологічних характеристик донних осадів, батиметрії, тектоніки та геоморфології морського дна. Відповідно до певних конкретних розділів морських геологічних досліджень, до параметрів характеристик донних осадів належать літологічний опис морських донних відкладів; дані щодо хімічного складу і вмісту хімічних елементів у відкладах; гранулометричного складу і вмісту важких фракцій у відкладах; мінерального складу відкладів; стратиграфічні і палеонтологічні дані; карти і схеми.

Літологічний опис, традиційно обов'язковий при відборі морських донних відкладів, складає 95 % усіх даних (наприклад Азово-Чорноморський регіон — 84 %). Це пояснюється не тільки великим відсотком аналітичних досліджень чорноморських осадів, а й значною детальністю відбору проб із колонок (у межах одного літологічного прошарку можна відібрати й проаналізувати декілька зразків).

Літологічні дані являють собою текстові описи зразків донних осадів, несуть інформацію про колір, текстуру та структуру осаду, його літологічний тип, однорідність і наявність прошарків, включень і т. д. Вони мають просторову прив'язку у вигляді координат станції та глибини, а також інтервалів відбору зразків осадів із піднятої колонки. У ході формування баз даних проблем зі структурою файлів не виникає. За просторовими координатами або за номерами зразків дані просто зв'язуються з інформацією про геохімічні, мінеральні, гранулометричні та інші особливості осадів.

Інформація про хімічний склад та вміст елементів у відкладах становить близько 33 %, а для Азово-Чорноморського регіону — 20 % від загального обсягу. Причина такої невідповідності, ймовірно, має економічне пояснення. Дорогі океанські рейси обумовлюють вищу цінність океанських геологічних проб, і, відповідно, таким пробам надавалася перевага при аналітиці в лабораторних умовах. Тип даних, як правило, цифровий, що дозволяє широко застосовувати їх для побудови просторових схем розподілу певного хімічного елементу у відкладах на площах, порівняних з акваторіями морів.

У процесі створення баз даних у цьому випадку часто виникають ускладнення, пов'язані з невідповідністю якості, точності, а іноді й достовірності відомостей, одержаних за допомогою різних аналітичних методів для однотипних осадів. При каталогізації даних щодо хімічного складу морських осадів, а також вмісту хімічних елементів в осадах, з точки зору формування баз даних виникає низка специфічних проблем, зумовлених як методичними особливостями кожного виду аналізу, так і масштабами їх використання в геологічних дослідженнях.

Гранулометричний склад і вміст важких фракцій в осадах належать до літологічних характеристик і тісно пов'язані з хімічними, петрографічними та мінералогічними параметрами. У деяких випадках такі дані були обов'язковим параметром і у великій кількості зберігаються у геологічних фондах. Але часто у дослідників накопичено дані, наприклад, з хімії осаду, без його гранулометричних характеристик. У цьому випадку теж виникає проблема кількісної невідповідності. Результати гранулометричного аналізу, виконаного в різних лабора-

торіях, мають розбіжності, обумовлені різним розміром гранулометричних фракцій, визначених різними аналітиками. Масив даних становить 60—65 % загального обсягу даних, 78 % від даних Азово-Чорноморського регіону.

Мінеральний склад осадов, поданий у таблицях, на сьогодні складає близько 5 % від загального обсягу даних. Це опис мінералів, визначених у складі осаду, отриманий як при мінеральному вивченні осаду під мікроскопом, так і шляхом лабораторних (наприклад рентгеноструктурних) визначень дрібнодисперсних глинистих мінералів.

Стратиграфічні і палеонтологічні дані — текстові описи копалин фауни і флори та стратифікації донних осадов. До них належать результати морфологічних і таксономічних досліджень палеонтологічних об'єктів та інші спеціалізовані дані. До стратиграфічних даних належить визначення віку конкретних прошарків осадов. Часто дані цієї галузі геології бувають доповнені деякими характеристиками середовища в період нагромадження осадов, такими як кліматичні умови, палеотемпература, палеосолоність і глибина осадконагромадження. Палеонтологічні дані — зазвичай — систематичні списки, де вказано родовий та видовий склад викопної фауни або флори згідно з усталеними в палеонтології класифікаціями. Карти та схеми є одним з основних результатів геологічних досліджень. В області морської геології це можуть бути карти батиметрії та геоморфології морського дна, тектонічні і структурні карти, комплекс геофізичних карт, карти корисних копалин і т. д. Це графічна інформація, яку в деяких випадках доцільно подавати у растровому форматі.

Наразі в Інституті геологічних наук НАН України накопичено значну кількість інформації щодо Азово-Чорноморського басейну та різних частин Світового океану. Однак великий обсяг накопиченої комплексної інформації, що надходить зараз, її різноманітність і просторово-часова мінливість створюють складнощі при використанні її для вивчення стану морського середовища.

Актуальними шляхами подолання даної проблеми є вдосконалення автоматизації процесів обробки та використання такої інформації, розвиток баз даних та морських експертних систем, які дозволяють в автоматичному режимі вирішувати конкретні проблеми в обраній предметній області. Одним із головних завдань комп'ютерних морських систем і систем підтримки прийняття рішень є вдосконалення класифікації, аналізу та інтерпретації даних.

Велика кількість архівної та сучасної інформації, отриманої в ході численних експедиційних досліджень, вимагає інтегрування її в Єдину систему морських геологічних даних (банк даних з морської геології). Подальше використання таких баз (банків) даних дасть можливість вивчати мінливість геологічних характеристик морського середовища в різних просторово-часових масштабах, створювати цифрові карти й атласи. Крім того, бази даних з морської геології можуть входити до міжнародних систем баз даних, даючи можливість використовувати їх у процесі розробки та виконання проектів, спрямованих на охорону навколишнього морського середовища, освоєння ресурсів морів і океанів, під час проведення будівельних робіт у прибережній зоні моря.

Виконання таких робіт дозволить створити умови для якісного розвитку оперативної компоненти чорноморської системи спостережень, яка доповнить наявні засоби досліджень відповідних процесів у відкритому морі та його прибережній частині.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Митропольский А.Ю. К вопросу математизации геологических исследований // Вопросы геологии осадочных отложений Украины — К. : Наук. думка, 1972. — С. 214—220.
2. Митропольский А.Ю. Система «Нептун» — автоматизированная информационная система сбора, обработки и хранения данных при морских геологических исследованиях // Автоматизация научных исследований морей и океанов. — Севастополь : МГИ АН УССР, 1972. — С. 286—290.
3. Митропольский А.Ю., Илюхин С.В. Ввод, редактирование, коррекция и хранение исходных данных в системе «Нептун» // Проблемы гидрогеологии и инженерного грунтоведения. — 1972. — Вып. 2. — С. 91—96.
4. Митропольский О.Ю., Люхин С.В. Обробка морської геологічної інформації на ЕОМ «Минск-22» // Геологія узбережжя та дна Чорного і Азовського морів у межах УРСР. — 1972. — Вип. 5. — С. 143—146.
5. Митропольский А.Ю. Автоматизация морских геологических исследований в ИГН УССР // Автоматизация научных исследований морей и океанов. — Севастополь : МГИ АН УССР, 1973. — С. 16—19.
6. Владимиров В.Л., Еремеев В.Н., Митропольский А.Ю. и др. Концепция национальной системы сбора, передачи, хранения, анализа и обеспечения пользователей океанологической информацией // Океанологические информационные системы, базы и банки данных и знаний. — Севастополь : МГИ НАН Украины, 1993. — С. 6—63.
7. Еремеев В.Н., Митропольский А.Ю., Суворов А.М. и др. Национальная система сбора океанологической информации // Вестн. НАН Украины. — 1994. — № 9. — С. 10.
8. Еремеев В.Н., Суворов А.М., Владимиров В.Л. и др. Каталогизация данных океанологических наблюдений на Украине. — Севастополь, 1995. — 78 с. — (Препринт / АН УССР, Морской гидрофизический ин-т).
9. Еремеев В.Н., Суворов А.М., Вязилов Е.Д. и др. Системы, основанные на океанологических знаниях и данных. — Севастополь, 1995. — 160 с. — (Препринт / АН УССР, Морской гидрофизический ин-т).
10. Leadbetter, A., Raymond, L., Chandler, C., Pikula, L., Pissierssens, P., Urban, E. (2013) *Ocean Data Publication Cookbook*. Paris: UNESCO, 41 pp. & annexes. (Manuals and Guides. Intergovernmental Oceanographic Commission, 64), (IOC/MG/64).

Стаття надійшла 01.12.2015