

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТО- РИНГУ НАФТОГАЗОНОСНИХ ТЕРИТОРІЙ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі здійснено вдосконалення системи екологічного моніторингу нафтогазоносних територій. Актуальність теми зумовлена необхідністю забезпечення екологічної безпеки нафтогазових родовищ, нафтовидобувної та переробної інфраструктури, нафтогазопроводів, що становлять постійної та потенційної загрози для навколишнього середовища та здоров'я людини. Метою роботи є вдосконалення системи екологічного моніторингу нафтогазоносних територій. Об'єкт досліджень – процес екологічного моніторингу параметрів забруднення нафтогазоносних територій при видобутку та транспортуванні нафтопродуктів. Предмет дослідження – методи і засоби екологічного моніторингу параметрів забруднення нафтогазоносних територій..

Ключові слова: екологічний моніторинг, нафта, нафтопродукти біоіндикація.

Abstract

The system of ecological monitoring of oil and gas territories is improved in the work. The relevance of the topic is due to the need to ensure the environmental safety of oil and gas fields, oil production and processing infrastructure, oil and gas pipelines, which constitute a constant and potential threat to the environment and human health. The aim of the work is to improve the system of environmental monitoring of oil and gas territories. The object of research is the process of environmental monitoring of pollution parameters of oil and gas territories during the extraction and transportation of petroleum products. The subject of the study is the methods and means of environmental monitoring of pollution parameters of oil and gas territories.

Keywords: environmental monitoring, oil, petroleum products, bioindication.

Вступ

Нафтогазова галузь є одною із базових в економіці країни. Вона справляє сильний і комплексний вплив на навколишнє середовище. Найбільш істотні порушення навколишнього середовища виникають за рахунок бурових свердловин, за допомогою яких здійснюють пошук, розвідку та експлуатацію нафтогазових родовищ. Тому необхідне проведення досліджень з метою знаходження екологічно доцільної рівноваги на рівні, що дає максимальний еколого-економічний ефект під час освоєння ділянок надр, що містять вуглеводні. При розробці концепції виробничого екологічного моніторингу нафтогазового комплексу використовувався досвід існуючих екологічних експертних та моніторингових систем, спрямованих на вирішення завдань охорони довкілля та раціонального використання природних ресурсів нафтогазоносних територій. Актуальність теми зумовлена необхідністю забезпечення екологічної безпеки нафтогазових родовищ, нафтовидобувної та переробної інфраструктури, нафтогазопроводів, що становлять постійної та потенційної загрози для навколишнього середовища та здоров'я людини. Метою роботи є вдосконалення системи екологічного моніторингу нафтогазоносних територій. Об'єкт досліджень – процес екологічного моніторингу параметрів забруднення нафтогазоносних територій при видобутку та транспортуванні нафтопродуктів. Предмет дослідження – методи і засоби екологічного моніторингу параметрів забруднення нафтогазоносних територій..

Результати дослідження

Одним з основних джерел даних для екологічного моніторингу є матеріали дистанційного зондування (ДЗ). Вони об'єднують усі типи даних, що отримуються з носіїв :

- космічні (пілотовані орбітальні станції, кораблі багаторазового використання, автономні супутникові знімальні системи і тому подібне);
- авіаційного базування (літаки, вертольоти і керовані по радіо мікроавіаційні апарати), що складають значну частину дистанційних даних (remotely sensed data) як антоніма контактних (передусім

наземних) видів зйомок, способів отримання даних вимірювальними системами в умовах фізичного контакту з об'єктом зйомки;

– до неконтактних (дистанційних) методів зйомки, окрім аерокосмічних, відносяться різноманітні методи морського (навідного) і наземного базування, включаючи, наприклад, зйомку фототеодоліта, сейсмо й електромагніторозвідку і інші методи геофізичного зондування надр, гідроакустичні зйомки рельєфу морського дна за допомогою гідролокаторів бічного огляду, інші способи, засновані на реєстрації власного або відбитого сигналу хвильової природи.

Дистанційне зондування здійснюється спеціальними приладами–датчиками. Датчики можуть бути пасивними і активними, причому пасивні датчики уловлюють відбите або таке, що випускається, природне випромінювання, а активні датчики здатні самі випромінювати необхідний сигнал і фіксувати його віддзеркалення від об'єкту.

До пасивних датчиків відносяться оптичні і скануючі пристрої, діючі в діапазоні відбитого сонячного випромінювання, включаючи ультрафіолетовий, видимий і ближній інфрачервоний діапазони.

До активних датчиків відносяться радарні пристрої, скануючі лазери, мікрохвильові радіометри та ін. Нині в області розробки оперативних космічних електронних систем дистанційного зондування намітилася тенденція до комбінованого використання різних багатоканальних, багатоцільових датчиків з високим розділенням, включаючи всепогодне устаткування. Разом з цим, як і раніше, використовуються неоперативні космічні системи з панхроматичним фотоустаткуванням і багатоспектральними фотокамерами, що забезпечують високе розділення і геометричну точність.

Результати дистанційних вимірів, здійснюваних за допомогою бортової інформаційно-вимірювальної апаратури аерокосмічної системи, є реєстрацією в аналоговій або цифровій формі характеристик електромагнітного випромінювання, відбитого від ділянок земної (водної) поверхні або власного випромінювання цих ділянок.

В умовах хмарності, покриваючої 70–80 % поверхні Землі, зондування в мікрохвильовому діапазоні дозволяє реєструвати випромінювання крізь хмари, в цих умовах в міліметровому і сантиметровому діапазонах ще необхідно враховувати вплив атмосфери, а в дециметровому діапазоні в цьому немає необхідності.

На даний момент роблять знімки наступних типів – телевізійні і сканери з супутників подвійного призначення і ресурсних супутників.

Ці знімки бувають декількох видів:

- малої здатності 1 км (NOAA, США) і більше;
- середньої здатності 150–200 м (Ресурс-0, Метеор-природа);
- високої здатності від 5 (SPOT) до 30–40 м (Landsat TM, Ресурс-0 та ін.);
- надвисокої здатності від 0,6 до 5 м (QuickBird - 2, США; TES, Індія; Ikonos, США та ін.).

У 2001 році сталася подія, яка знаменує собою новий етап розвитку космічних засобів дистанційного зондування (ДЗ), комерційні системи наблизилися до «півметрового рубежу» просторової здатності. Цьому сприяв запуск 18 жовтня 2001 року космічного апарату (КА) QuickBird - 2. Максимальна протяжність одного маршруту - 10 кадрів, що при розмірі одного кадру 16,5×16,5 км складає 165 км. Максимальна площа земної поверхні, яку можна зняти за один цикл площадкової зйомки, 2×2 кадри.

Із запуском 22 жовтня 2001 року експериментального супутника TES (Test Evaluation Satellite) Індія також стала космічною державою, що створила супутник зі знімальною апаратурою метрового дозволу. КА TES створений за завданням Міністерства оборони Індії.

Основний корисний вантаж супутника – панхроматична оптико-електронна система, що дозволяє отримувати зображення з просторовим дозволом 1 м. Супутник може робити високодетальну зйомку однієї і тієї ж ділянки місцевості кожні три дні, отримувати декілька знімків одного і того ж сюжету на одному витку.

На знімках сканерів хорошої якості, особливо на кольорових синтезованих, в цілому виділяються ті ж об'єкти, що і на фотографічних знімках, але при цьому забезпечується регулярна повторюваність зйомки і зручність автоматизованого введення у бази даних, оскільки вони поступають в цифровому виді.

Істотним кроком в розвитку технологій космічної радіолокації дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) стала реалізована в 2000 році з борту космічного корабля Endeavour міжнародна «Програма топографічної зйомки радіолокації рельєфу в масштабі 1:25000».

Відмітимо, що для супутників подвійного призначення здатність знімків завжди більше в порів-

нянні з комерційними супутниками.

Багатозональна зйомка ведеться багато років, і дослідники накопичили великий об'єм емпіричних даних. Вже добре відомо, які співвідношення яскравості в різних зонах спектру відповідають рослинності, ґрунту, водним поверхням, урбанізованим територіям і іншим поширеним типам ландшафту, існують бібліотеки спектрів різних природних утворень. Співвідношення у вигляді лінійних комбінацій різних зон дозволяють отримувати так звані індекси. Для багатьох сучасних систем дистанційного зондування Землі, що здійснюють зйомку у видимій червоній і ближній інфрачервоній частинах спектру, застосовують метод є обчислення нормалізованого вегетаційного індексу (NDVI). Нормалізований вегетаційний індекс показує наявність і стан рослинності за співвідношенням відбитих енергій в двох спектральних каналах. Ця залежність заснована на різних спектральних властивостях хлорофілу у видимому і ближньому ГІК діапазонах.

Мультиспектральна класифікація зображень ґрунтується на пошуку пікселів, аналогічних еталону за його спектральними характеристиками [4–7]. Це дозволяє створювати лісові тематичні електронні карти. Процедура класифікації зображень полягає в пошуку аналогічних пікселів зображення і угрупованні їх в класи або категорії, засновані на значеннях яскравостей. Класифікація зображень розділяється на автономну і класифікацію з навчанням.

Точність мультиспектральної класифікації лімітується геометричним дозволом даних дистанційного зондування. При цьому основною проблемою є проблема змішаних пікселів. Ця проблема має велике значення і часто виникає на межі між двома різними класами. Наприклад, така ситуація можлива на межі лісу і сільськогосподарських земель. Якщо використовувати космознімки з дозволом 15 м, то точно провести цю межу неможливо. Подібні проблеми розподілу змішаних пікселів можна вирішити при використанні технології субпіксельної класифікації мультиспектральних зображень.

У роботі [1] використано мультиспектральні методи супутникового дистанційного зондування для виявлення нафтових плям на поверхні водного об'єкту та визначення товщини нафтової плівки. Дослідження здійснювались у ближньому (NIR) і короткохвильовому (SWIR) інфрачервоному діапазонах за допомогою супутника Landsat-7. Ширина зображення відповідає приблизно 90 км поверхні водного об'єкта, просторова роздільна здатність складає 30 м. Метод дозволяє виявити нафтові плівки товщиною понад 200 мкм. Для тонших нафтових плівок понад 150 мкм використовується інша частина інфрачервоного діапазону 8–12 мкм (TIR), однак при цьому просторова роздільна здатність зменшується до 60–100 м.

Вищі водні рослини володіють здатністю видаляти з води забруднювальні речовини: біогенні елементи (азот, фосфор, калій, кальцій, магній, марганець, сірку), важкі метали (кадмій, мідь, свинець, цинк), феноли, сульфати, нафтопродукти, синтетичні поверхневоактивні речовини (СПАР), і поліпшити такі показники органічного забруднення середовища, як біохімічне споживання кисню (БСК) і хімічне споживання кисню (ХСК) [2]. При очистці стічних вод використовують такі види вищих водних рослин, як очерет звичайний, очерет озерний, рогіз вузьколистий і широколистий, рдесник гребінчастий і кучерявий, спіродела багатокоренева, елодея канадська, водний гіацинт (ейхорнія прекрасна), півники болотні, сусак звичайний, стрілиця звичайна, гірчак земноводний, різуха морська, водопериця колосиста, хара звичайна та інші. Коренева система рогозу має високу акумулюючу здатність. Концентрація важких металів у кореневій системі рогозу, який ріс на берегах шламонакопичувачів електростанцій, досягала (мг/кг): заліза – 199,1; марганцю – 159,5; міді – 3,4; цинку – 16,6 [3].

Висновки

Розробка та експлуатація нафтогазових родовищ, наявність нафтовидобувної та переробної інфраструктури, розвинута мережа нафтогазопроводів є факторами постійної та потенційної загрози для навколишнього середовища та здоров'я людини. Нафтові забруднення важко розкладаються у зв'язку з їх складною хімічною природою, високою стійкістю до дії факторів навколишнього середовища. Ґрунти, що забруднені нафтою та нафтопродуктами, характеризуються порушеною структурою та негативною зміною основних фізико-хімічних параметрів. Вони набувають гідрофобності, що порушує газообмін і водне живлення, призводить до різкого зниження кількісного і якісного складу ґрунтової фауни і флори, значного зменшення біопродуктивності ґрунтів. Забруднення нафтопродуктами має токсичний, мутагенний вплив на навколишнє середовище, сільськогосподарські, харчові продукти та здоров'я людини. В зв'язку з цим, актуальною є проблема оцінки стану навколишнього середо-

вища з метою покращення його якості. Найбільш інформативним методом дослідження стану навколишнього природного середовища є екологічний моніторинг. Моніторинг як система постійних режимних спостережень дає змогу оцінити стан довкілля і в кінцевому результаті передбачає проведення заходів по покращенню оточуючого середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Dubucq D., Sicot G., Lennon M., Miegbielle V. Detection and discrimination of the thick oil patches on the sea surface. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2016. Vol. XLI-B8. P. 417–421.
2. Тимофеева С. С. Биотехнология обезвреживания сточных вод. Химия и технология воды. 1995. Т.17, № 5. С. 525–532.
3. Samkaram Unni K., Philip S. Heavy metal uptake and accumulation by *Thypha angustifolia* from wetlands around thermal power station. Int. J. Ecol. and Environ. Sci. 1990. Vol. 16, № 2/3. P. 133–144.
4. Kvaterniuk S., Kvaterniuk O., Petruk V., Mandebura A., Mandebura S., Grądz Ż. M., Rakhmetullina S., Arshidinova M. Multispectral environmental monitoring of phytoplankton pigment parameters in aquatic environments. Proc. SPIE, 2019. Vol. 11176, 111762R. P. 111762R -1– 111762R -7. doi: 10.1117/12.2536809.
5. Kochan R., Pohrebennyk V., Kvaterniuk S., Petruk R., Kvaterniuk O., Bernas M., Szklarczy R., Ziubina R. Multispectral Control of Ecotoxicity of Waters Using Duckweed (*Lemna Minor*). The 5th IEEE International Symposium on Smart and Wireless Systems within the International Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems : Conference Proceedings. (Dortmund, Germany, 17-18 September, 2020). P. 151-155. doi: 10.1109/IDAACS-SWS50031.2020.9297109.
6. Kvaterniuk S., Petruk V., Kochan O., Frolov V. Multispectral ecological control of parameters of water environments using quadcopter. Sustainable Production: Novel Trends in Energy, Environment and Material Systems. Studies in Systems, Decision and Control : monograph / editors: G. Królczyk, M. Wzorek., A. Król, O. Kochan, J. Su, J. Kacprzyk. Cham : Springer, 2019. Vol. 198. P. 75–89. doi: 10.1007/978-3-030-11274-5_6.
7. Kvaterniuk S., Kvaterniuk O., Petruk V., Mandebura A., Mandebura S., Grądz Ż. M., Rakhmetullina S., Arshidinova M. Multispectral environmental monitoring of phytoplankton pigment parameters in aquatic environments. Proc. SPIE, 2019. Vol. 11176, 111762R. P. 111762R -1– 111762R -7. doi: 10.1117/12.2536809..

Мандебура Анастасія Юріївна — аспірант кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Кватернюк Сергій Михайлович — д.т.н., професор, професор кафедри екології та екологічної безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: serg.kvaternuk@gmail.com.

Казіміро Еладія Едуарда де М Кабонге — студент, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет

Mandebura Anastasia Yuriyivna — Postgraduate student of the Department of Ecology and Environmental Safety, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Kvaterniuk Serhii M. — D.Sc., Professor, Professor of Ecology and Environmental Safety, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: serg.kvaternuk@gmail.com.

Casimiro Eladia Eduardo de M Cabonge — student, Institute of Environmental Safety and Environmental Monitoring, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.