

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «НАУКОВИЙ ЦЕНТР
АЕРОКОСМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗЕМЛІ ІНСТИТУТУ
ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
УКРАЇНИ»



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ЦАКДЗ ІГН НАН України
член-кореспондент НАН України.

Михайло ПОПОВ

«30» березня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Супутниковий моніторинг стану водного середовища
(*Earth Observation based monitoring of the water environment*)

для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	103 «Науки про Землю»
освітній рівень	доктор філософії
освітня програма	«Дистанційні аерокосмічні дослідження природного середовища»
вид дисципліни	Вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2024/2025
Семестр	4
Кількість кредитів ECTS	2
Мова викладання.	
навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: Томченко Ольга Володимирівна, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу геопросторового моделювання і аерокосмічних дослідженнях ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України»

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» _____ 202__ р.
(підпис власне ім'я, прізвище дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» _____ 202__ р.
(підпис власне ім'я, прізвище дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» _____ 202__ р.
(підпис власне ім'я, прізвище дата)

© Томченко О.В., 2024 рік

Розробник: Томченко Ольга Володимирівна, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу геопросторового моделювання і аерокосмічних дослідженнях ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України»

Затверджено
Гарант освітньої програми
к.геол.н., с.н.с.

(підпис)

Ольга СЕДЛЕРОВА
(власне ім'я, прізвище)

Схвалено: *Вченою радою Державної установи «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України»*
протокол від «17» вересня 2024 року № 7.

Голова вченої ради
д.т.н., професор
член-кореспондент НАН України

Михайло ПОПОВ

Учений секретар вченої ради,
к.т.н., ст. дослідник

Анна ХИЖНЯК

1. Мета дисципліни.

Отримання здобувачами вищої освіти ступеня доктора філософії цілісного уявлення про систему дистанційного зондування Землі, її технічну й інформаційну базу, сучасні методи отримання різномірної геопросторової інформації для забезпечення аерокосмічного моніторингу водного середовища.

2. Вимоги до вибору навчальної дисципліни.

- диплом магістра однієї зі спеціальностей галузі наук про Землю;
- наявність базових навичок обробки аерокосмічних зображень земної та водної поверхні;
- наявність базових знань гідрології, геоморфології, ландшафтознавства, загальної та - інженерної геології, вивчення природного середовища аерокосмічними методами;
- наявність базових знань і умінь користування геоінформаційними системами;
- володіти навичками самостійної роботи в галузі наук про Землю.

3. Анотація навчальної дисципліни.

Навчальна дисципліна «Супутниковий моніторинг стану водного середовища» передбачає засвоєння новітніх методичних підходів до використання різномірних аерокосмічних даних для досліджень зміни стану водойм.

Питання водозабезпечення та водної безпеки є дуже актуальними на території України. Вода є основним і незамінним ресурсом життя на Землі, вона відіграє ключову роль у Цілях сталого розвитку, забезпечуючи суспільний та екологічний добробут країни. Прісна вода, яка підтримує життя на планеті, становить лише 2,5 % від загальних водних ресурсів, саме тому питання дефіциту водних ресурсів на планеті було включено до списку Всесвітнього економічного форуму 2015 р. в Давосі, як один з найбільших глобальних ризиків в наступному десятилітті. Від дефіциту прісної води в усьому світі вже страждають понад 3 млрд. людей, та ситуація може погіршитись через недостатню боротьбу з кліматичною кризою та невдале керування сільським господарством. Організація ООН попереджає, що через недостатнє збереження водних ресурсів та кліматичну кризу, і як наслідок, занепад сільського господарства, мільярди людей страждатимуть від голоду або постійного дефіциту їжі. За даними ООН 2020 року, за останні 20 років кількість прісної води, доступної для кожної людини, зменшилася на 20%. Згідно з незалежними оцінками, до 2030 року дефіцит води у світі становитиме 40%. Цю ситуацію погіршили такі глобальні проблеми, як COVID-19 і зміна клімату, водні військові конфлікти. Протиріччя, пов'язані з водними ресурсами, можуть зумовлювати водні конфлікти, які відбувалися протягом всієї історії людства. Вони виникали з багатьох причин, крім водної, включаючи територіальні претензії, боротьбу за ресурси, стратегічні переваги тощо.

Існує багато підходів до оцінки екологічного стану водойм та якості водного середовища. Суть цих підходів полягає або у встановленні екологічних стандартів якості води, або у встановленні рівня негативного впливу певних забруднювачів на водойми. За останні десятиріччя використання методів дистанційного зондування у світі для дослідження якості водойм зросло в геометричній прогресії. Якість водного середовища може бути визначена через його фізичні, хімічні та біологічні характеристики, які розглядаються як параметри якості води. Для моніторингу якості води в природних та штучних водоймах

часто застосовують звичайну оцінку якості води шляхом відбору проб та лабораторних вимірювань. Лабораторні методи, що базуються на точці відбору проб, є дорогими, трудомісткими і не можуть адекватно оцінити весь водний об'єкт. Для подолання обмежень методів моніторингу якості води польовими вимірюваннями необхідні регулярні майже в режимі реального часу, недорогі, автоматизовані підходи з належним просторово-часовим охопленням. У цьому контексті дистанційне зондування може забезпечити комплексну розподілену оцінку деяких важливих параметрів якості води. Згадані вище переваги є загальновизнаними і перетворили дистанційне зондування на широко використовуваний інструмент для моніторингу водойм.

4. Цілі навчання

Формування у здобувачів вищої освіти третього освітньо-наукового рівня умінь та компетентностей для застосування теоретичних знань і практичних навичок щодо забезпечення аналізу екологічного стану водного середовища України за супутниковими даними, формуванню наукової методології дистанційних досліджень Землі і практичних навичок застосування супутникової інформації при вирішенні кола завдань щодо створення сприятливих умов для сталого, екологічно безпечного водокористування, відтворення та охорону всіх водних ресурсів на території країни, а також водних екосистем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни у здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії будуть сформовані професійні компетентності, необхідні для інноваційної науково-дослідницької діяльності та впровадження сучасних супутникових технологій дослідження, аналізу, прогнозу й оцінки екологічного стану водного середовища.

Структура курсу: *лекційні та практичні заняття, семінари, самостійна робота.*

5. Результати навчання:

<i>Результат навчання</i> (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		<i>Форма/Методи викладання і навчання</i>	<i>Форма/Методи оцінювання</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
Код	Результат навчання			
1.1	Види дистанційної інформації і способи її одержання. Основні постачальники дистанційної інформації. Супутникові дані та продукти найбільш підходящі для дослідження водойм.	Лекція	Усне опитування	до 5%
1.2	Глобальні геоінформаційні ресурси та продукти з оцінки стану водного середовища. Використання геопросторових даних, у т.ч. аерокосмічних, у дослідженнях водойм. Напрямки досліджень космічної гідрології на прикладі річок, озер, водосховищ, морів та океанів,	Лекція, практичне заняття, самостійна робота	Письмова робота	до 10%

	боліт, льодовиків.			
1.3	Основи моніторингу водного середовища. Використання матеріалів дистанційних зйомок при еколого-гідрологічних дослідженнях. Спектральні характеристики водної поверхні. Особливості вимірювань оптичних та (біо)фізичних параметрів водного середовища отриманих з супутникових даних.	Лекція	Усне опитування	до 20%
1.4	Оцінка стану водного середовища. Оптично активні та слабкі параметри оцінки якості води. Вибір на особливості аналізу параметрів якості води засобами ДЗЗ. Доступні емпіричні алгоритми та індекси оцінки параметрів якості води. Методика їх верифікації з наземними вимірюваннями.	Лекція, практичне заняття, самостійна робота	Письмова робота	до 25%
2.1	Формувати та наповнювати базу супутникових даних для визначення змін водного середовища	Практичне заняття, самостійна робота	Письмова робота	до 10%
2.2	Формувати і аналізувати часові ряди супутникових даних. Досліджувати поверхневі температури водного середовища.	Практичне заняття, самостійна робота	Письмова робота	до 10%
2.3	Розраховувати дистанційні емпіричні алгоритми та індекси оцінки параметрів якості води	Практичне заняття, самостійна робота	Письмова робота	до 10%
3.1	Виконувати верифікацію дистанційних показників якості води з наземними. Оцінювати якість води за рядом показників.	Практичне заняття, семінар, самостійна робота	Презентація	до 5%
4.1	Використовувати вище зазначені знання та навички у практичних завданнях, пов'язаних з ведення екологічного моніторингу та при плануванні екологічних і природоохоронних заходів.	Практичне заняття		до 5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання:

Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1
РН01. Знання. Мати передові концептуальні та методологічні знання з наук про Землю, зокрема з дистанційних аерокосмічних досліджень природного середовища, і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
РН03. Уміння. Застосовувати загальні принципи та методи математики й природничих наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері наук про Землю, зокрема, дистанційних аерокосмічних досліджень природного середовища.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
РН04. Уміння. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
РН05. Уміння. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з наук про Землю та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.			+	+	+	+	+	+	+
РН06. Уміння. Глибоко розуміти загальні принципи та методи наук про Землю, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях та у викладацькій практиці.	+	+	+	+	+			+	+
РН07. Комунікація. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні					+	+	+	+	+

системи і технології.									
РН08. Комунікація. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми наук про Землю, кваліфіковано оприлюднювати в тому числі іноземною мовою результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях та на наукових заходах.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
РН09. Відповідальність. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми у науках про Землю з врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.	+	+	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки:

7.1. Форми оцінювання.

1. Семестрове оцінювання:

- 1) Оцінка за роботу на лекційних заняттях - **15 балів** (рубіжна оцінка **8 балів**).
- 2) Оцінка за роботу на практичних заняттях - **25 балів** (рубіжна оцінка **20 балів**).
- 3) Оцінка за роботу на семінарських заняттях - **10 бали** (рубіжна оцінка **5 балів**).
- 4) Контрольна робота 1 «Дистанційна основа при гідрологічних дослідженнях: формування бази, типи супутникових даних, особливості застосування, форми представлення» - **10 балів** (рубіжна оцінка **6 балів**).

5) Контрольна робота 2 «Використання матеріалів дистанційних зйомок при екологічних дослідженнях стану водного середовища: спектральні особливості водної поверхні та параметри оцінки якості води, індексні показники» - **10 балів** (рубіжна оцінка **6 балів**).

2. Підсумкове оцінювання у формі іспиту: максимальна оцінка **30 балів**, рубіжна оцінка **15 балів**. Під час іспиту здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії виконує реалізацію знань та вмінь з використання супутникової інформації при дослідженнях водного середовища від вибору та замовлення космічних даних до первинної обробки і формування дистанційної основи для вирішення тематичних завдань з супутникового моніторингу стану водного середовища та ведення екологічного моніторингу та при плануванні екологічних і природоохоронних заходів. **Підсумкове оцінювання у формі іспиту не є обов'язковим, при відмові від участі у даній формі оцінювання здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії не отримає відповідні бали до підсумкової оцінки.**

Результати навчальної діяльності здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії оцінюються за 100 бальною шкалою.

Іспит виставляється за результатами роботи здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії впродовж усього семестру, як сума (проста або зважена) балів за систематичну роботу впродовж семестру.

	Семестрова кількість балів	ПКР (підсумкова контрольна робота) чи/або іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	45	15	60
Максимум	70	30	100

Здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії не допускається до **підсумкового оцінювання у формі іспиту**, якщо під час семестру набрав менше 40 балів.

7.2. Організація оцінювання: Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає: 12 годин лекцій та виконання 12 практичних робіт (де здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії має продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі використовуючи окреслені викладачем методи та засоби), виконання самостійних та практичної роботи - семінару (де здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії має продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі без обмеження інструментарію та техніки вирішення проблеми) та проведення 2 письмових контрольних робіт по кожному з розділів навчальної дисципліни. Підсумкове оцінювання проводиться у формі іспиту.

7.3. Шкала відповідності (іспит)

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

7.4. Шкала відповідності (іспит)

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин				
		лекції	практичні	семінари	самостійна робота	консультації
Розділ 1. Дистанційна інформація при дослідженнях екологічного стану водойм						
1	Тема 1. Вступ. Мета і завдання вивчення дисципліни. Види дистанційної інформації і способи її одержання. Основні постачальники дистанційної інформації. Супутникові дані та продукти найбільш підходящі для дослідження водойм.	2	2		4	

2	Тема 2. Глобальні геоінформаційні ресурси та продукти з оцінки стану водного середовища. Використання геопросторових даних, у т.ч. аерокосмічних, у дослідженнях водойм. Напрямки досліджень космічної гідрології на прикладі річок, озер, водосховищ, морів та океанів, боліт, льодовиків.	4	4	2	6	
	Контрольна робота 1				2	
Розділ 2. Супутниковий моніторинг стану і якості водного середовища						
4	Тема 3. Основи моніторингу водного середовища. Використання матеріалів дистанційних зйомок при еколого-гідрологічних дослідженнях. Спектральні характеристики водної поверхні. Особливості вимірювань оптичних та (біо)фізичних параметрів водного середовища отриманих з супутникових даних.	2	2		6	
5	Тема 4. Оцінка стану водного середовища. Оптично активні та слабкі параметри оцінки якості води. Вибір на особливості аналізу параметрів якості води засобами ДЗЗ. Доступні емпіричні алгоритми та індекси оцінки параметрів якості води. Методика верифікації з наземними вимірюваннями.	4	4	2	8	
	Контрольна робота 2				2	
	Консультації					2
	Іспит з дисципліни				2	
	ВСЬОГО	12	12	4	30	2

Загальний обсяг 60 год., у тому числі:

Лекцій - 12 год.

Практичні заняття - 12 год.

Семінари - 4 год.

Контрольні роботи - 4 год.

Самостійна робота - 24 год.

Консультації - 2 год.

Іспит - 2 год.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:

Основні:

1. Геоінформаційні дослідження водних екосистем України: моніторинг та прогнозування: колективна монографія. О.М. Трофимчук, В.М. Триснюк, Є.С. Анпілова, В.О. Охарєв та ін. Івано-Франківськ: Супрун В.П., 2022. 212 с.
2. Використання даних дистанційного зондування Землі у дослідженнях водних об'єктів України / В. І. Вишневський, С. А. Шевчук. Київ : Інтерпрес, 2018. 114, [1] с. 108-113.
3. Моніторинг навколишнього середовища з використанням космічних знімків супутника NOAA : [монографія] / С. О. Довгий, Р. Е. Пащенко, В. В. Радчук, Г. Я. Красовський, О. М. Трофимчук; ред.: С. О. Довгий; НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору, Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Київ : Пономаренко Є.В., 2013. 316 с.
4. Довгий С.О., Красовський Г.Я., Радчук В.В., Трофимчук О.М., Андрєєв С.М. (2010). Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря: монографія. ІТГП НАНУ. Київ, Інформ.системи, 260 с.
5. Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. посіб. / А.І. Томільцева, А.В. Яцик, В.Б. Мокін та ін. К.: Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.
6. Куліков П.М., Петроченко О.В., Кузьмін Р.І. та ін. Проектування, інженерно-біотехнічне впорядкування та експлуатація водоохоронних зон водних об'єктів: навч. посібник / За ред. О.В. Петроченко, В.В. Гребеня, В.К.Хільчевського, А.І.Томільцевої. – Київ: Видавничий дім «АртЕк», 2021. 442 с.
7. Olha Tomchenko, Anna Khyzhniak, Olha Kravtsova, Sudhir Kumar. An assessment of the aquatic environment quality of the urban water bodies using system analysis methods based on integrating remote sensing data and ground information, Chapter 6 In book: Water Scarcity, Contamination and Management, Elsevier, Volume 5, 2022, Pages 73-98, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85378-1.00006-4>.
8. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування: метод. посіб. / С. О. Довгий, В. І. Лялько, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма, О. В. Томченко, Л. Я. Юрків. — К.: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. — 316 с. ISBN 978-617-7734-01-6
9. Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 1. Історія та практичне застосування / С. М. Бабійчук, Л. Я. Юрків, О. В. Томченко та ін. – 2-ге вид., доповн. і переробл. – Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. – 152 с.
10. Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах: навч.-метод. посіб. / С.О. Довгий, С.М. Бабійчук, Т.Л. Кучма, О.В. Томченко, Л.Я. Юрків. К.: Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 268 с.
11. Робочий зошит з основ ДЗЗ. Частина 2. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах / С. М. Бабійчук, О. В. Томченко, Н. С. Коблюк та ін.; за ред. С. О. Довгого. 2-ге вид., доповн. і переробл. — Київ : Національний центр «Мала академія наук України» 2024. – 452 с.
12. Юрків Л.Я., Томченко О.В. Відкриті ресурси для дослідження змін навколишнього середовища: методичні рекомендації. – К., 2022. – 63 с. IS Довгий С.О., Красовський Г.Я., Радчук В.В., Трофимчук О.М. та ін.
13. Геомоделі в завданнях еколого-економічних оцінок земель. Монографія. За ред. К.: ТОВ «Видавництво «Юстон». – 2018. – 256 с. BN 978-617-7595-97-6

14. Катастрофа Каховського водосховища: свідчать супутникові знімки / Kakhovka reservoir disaster: satellite imagery evidence. За заг. ред. члена-кореспондента НАН України М.Попова. - Київ: ТОВ “Українська картографічна група”, 2024.- 92 с.

Додаткові:

15. Прогнозування стану водних ресурсів за впливу антропогенних чинників : курс лекцій для здобувачів третього рівня вищої освіти зі спеціальності 101 Екологія /В.П. Строкаль – Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2022. 120 с.
16. Верниченко Г. А. Комплексне планування та управління водними ресурсами/ Г. А. Верниченко, В. О. Васенко. – К. : Ін-т географії НАН України, 2001. С. 367.
17. 7. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом : монографія / В. А. Сташук, В. Б. Мокін, В. В. Гребінь, О. В. Чунарьов ; за ред. В. А. Сташука. – Херсон : Грінь Д. С., 2014. 320 с.
18. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. В.Д.Романенко, В.М. Жукинський, О.П.Оксінюк та ін. К.: Символ Т, 1998. 28 с.
19. Збірник методичних вказівок з дисципліни «Методи оцінки якості природних вод» для студентів спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища»/ Юрасов С.М.– Одеса: ОДЕКУ, 2005.– 86 с.
20. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К.: Ніка. Центр, 2001. 262 с.

**Питання до іспиту за спецкурсом
«Супутниковий моніторинг стану водного середовища»**

для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії

Тема 1.

1. Що таке супутниковий моніторинг водного середовища і які основні методи його реалізації.
2. Перелічити і описати супутникові дані та продукти найбільш підходять для дослідження стану водойм і чому.
3. Дати визначення рівням обробки даних дистанційного зондування. Їхнє використання у дистанційному моніторингу водного середовища.
4. Перелічити переваги супутникового моніторингу перед традиційними методами збору даних про стан водних об'єктів.

Тема 2.

5. Глобальні геоінформаційні ресурси та їхня характеристика.
6. Геоінформаційні продукти для моніторингу температури та вмісту хлорофілу
7. Описати основні напрямки досліджень космічної гідрології. Наведіть приклади застосування даних ДЗЗ для дослідження річок, озер, водосховищ, морів та океанів
8. Вказати основні недоліки застосування даних ДЗЗ для моніторингу водойм.
9. Вибір супутникових даних ДЗЗ та особливості їх застосування для дослідження стану річок, озер, морів.

Тема 3.

10. Дати характеристику спектральним властивостям водної поверхні.
11. Описати особливості та перешкоди вимірювань оптичних параметрів води за допомогою супутникових даних.
12. Фізичні параметри водного середовища та особливості їх вимірювання за допомогою даних дистанційного зондування Землі.
13. Інтегральне оцінювання якості поверхневих вод (індекси/індикатори) традиційний підхід на основі гідрохімічних показників.

Тема 4.

14. Оптично активні та слабкі параметри, що використовуються для оцінки якості води.
15. Емпіричні алгоритми та індекси, що використовуються для оцінки параметрів якості води.
16. Верифікація результатів оцінки якості води, отриманих за допомогою дистанційних зйомок із наземними вимірюваннями.
17. Методи отримання параметрів якості води