

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет географічний
Кафедра геоекології і фізичної географії

Затверджено

На засіданні кафедри геоекології і фізичної географії
географічного факультету
Львівського національного університету імені Івана Франка
(протокол № 10 від “8” червня 2023 р.)

Завідувач кафедри  Іван КРУГЛОВ

Силабус
навчальної дисципліни
«Геоекологічний моніторинг»,
що викладається в межах
ОПП «Прикладне ґрунтознавство та оцінка земель»,
ОПП “Глобальні зміни геоморфосистем і геозагрози”
другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів
зі спеціальності 103 Науки про Землю

Львів 2023

Назва курсу	Геоecологічний моніторинг
Адреса викладання курсу	вул. Петра Дорошенка, 41, Львів, Львівська область, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Географічний факультет, кафедра геоecології і фізичної географії
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань: 10 Природничі науки Спеціальність: 103 Науки про Землю
Викладач курсу	Смалійчук А.Д., к.г.н., доцент кафедри геоecології і фізичної географії
Контактна інформація викладачів	anatoliy.smaliychuk@lnu.edu.ua
Консультації по курсу відбуваються	В день проведення практичних занять Адреса: аудиторія 34, вул. Петра Дорошенка, 41, Львів, Львівська область, 79000.
Сторінка курсу	https://geography.lnu.edu.ua/course/heoekolohichnyy-monitorynh
Інформація про курс	Дисципліна “Геоecологічний моніторинг” є вибірковою зі спеціальності 103 Науки про Землю для освітніх програм магістрів ОПП «Прикладне ґрунтознавство та оцінка земель» та ОПП “Глобальні зміни геоморфосистем і геозагрози”, яка викладається в 1-му семестрі, в обсязі 5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація курсу	Курс розроблено таким чином, щоб надати студентам першого року навчання необхідні знання та навички для організації та здійснення інтегрованого геоecологічного моніторингу на основі даних геотеледетекції, проведення польових робіт з моніторингу з подальшою обробкою даних у середовищі географічних інформаційних систем (ГІС) та відкритого програмного забезпечення для обробки даних R, а також джерелами цифрових географічних даних та методиками їхнього опрацювання. Такі знання і вміння необхідні для розуміння просторової структури та часової динаміки ландшафтів, що є основними тематичними напрямками студентської наукової роботи під час написання курсових та магістерських робіт.
Мета та цілі курсу	Мета курсу – поглиблення та спеціалізація знань і вмінь, отриманих у рамках низки галузевих та комплексних географічних дисципліни, а особливо геоматики, географічного моніторингу та вчення про ландшафт (геоecології). Цілі курсу: засвоїти основні теоретичні підходи, правові основи та методичні аспекти організації та практичного здійснення комплексного геоecологічного моніторингу на основі даних геотеледетекції та польових робіт; ознайомитись з основними типами геоecологічних даних про властивості ландшафтів та способи їхнього отримання; вивчити можливості геоecологічного моніторингу засобами ГІС; вміти користуватися програмним забезпеченням виробництва ESRI (ArcGIS) та відкритим середовищем R для таких цілей: пошук, створення та редагування векторних геоecологічних даних; побудова растрових континуальних даних на підставі векторних геоданих; завантаження, обробка і аналіз растрових геоданих; візуалізація геоecологічних даних.

**Література для
вивчення дисципліни**

Базова література:

1. Андрейчук Ю. М., Ямелинець Т. С. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. посіб. – Львів. 2015. – 284 с.
2. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування: монографія / [за ред. В.І. Лялько, М.О.Попова]. - К.: Наук. думка, 2006. - 360 с.
3. Байрак Г. Р., Муха Б. П. Дистанційні дослідження Землі. Навчальний посібник. – Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2010. – 712 с.
4. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". - Київ : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. - 297 с.
5. Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи. Підручник. – К.: Вища Школа, 2009. – 460 с.
6. Круглов І. Трансдисциплінарна геоекологія : монографія / І. Круглов. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 292 с.
7. Некос А.Н., Щукін Г.Г., Некос В.Ю. Дистанційні методи досліджень в екології. Навч. посібник. – Харків: ХНУ ім. В.І. Каразіна, 2007. – 372 с.
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.
9. Посудін Ю.І. Моніторинг довкілля з основами метрології : підручник. – К. : Світ, 2012. – 426 с.

Допоміжна:

10. Агроекологічний супутниковий моніторинг: монографія / О.Г. Тараріко, О.В. Сиротенко, Т.В. Ільєнко, Т.Л. Кучма.– К.: Аграрна наука, 2019. 204 с.
11. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / В.І. Лялько, М.О. Попов та ін.. – К.: Наук.думка, 2006. – 358 с.
12. Жолобак Г.М. Використання методів дистанційного зондування Землі для моніторингу агроресурсів України / Космічна наука і технологія. - Т. 16., № 6. - 2010, с. 16–23.
13. Загвойська Л. Д. Концептуалізація послуг екосистем у сучасному еколого-економічному дискурсі // Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць. – 2013. – Вип. 11. – С. 178–185.
14. Ландшафтне планування в Україні / Л.Г. Руденко, Є.О. Маруняк, О.Г. Голубцов та ін.; під ред. Л.Г. Руденка. – К.: Реферат, 2014. – 144 с.
15. Миклуш С. І., Горошко М. П., Часковський О. Г. Геоінформаційні системи в лісовому господарстві: Навч. посібник. - Львів, 2007. - 128 с.
16. Погребенник В. Екологічний моніторинг: концепції, принципи, системи / В. Погребенник, Н. Мельник, М. Бойчук // Вимірювальна техніка та метрологія. – Вип. 65, 2005. – С. 164 – 171.
17. Aronoff S. Geographic information systems: A management perspective. – Ottawa: WDL Publications, 1994. – 294 p.
18. European Commission. Mapping and assessment of ecosystems and their services: Indicators for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020: 2nd report – final, February 2014. – 86p.
19. Fehler D. EarthUse: Guide to the Theory and Application of Geographic Information Systems and Environmental Planning [Electronic source], 1999. Available at: <https://www.ou.edu/class/webstudy/fehler/E3/index.html>
20. Kruhlov I., Bozhuk T. Geocological information system for Ukrainian Maramorosh // A Message From the Tatra: Geographical Information Systems

	<p>and Remote Sensing in Mountain Environmental Research. – Cracow: Jagiellonian University & USDA Forest Service, 2004. – P. 173-182.</p> <p>21. List of ISO/TC211 harmonized term definitions. – Majorstua, 1998. – 8 p. (http://www.statkart.no/isote211)</p> <p>22. Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W. Geographic information systems and science. – Chichester: J. Wiley & Sons, 2005. – 517 p.</p> <p>23. Millennium Ecosystem Assessment (Program). Ecosystems and human well-being. Washington, D.C: Island Press, 2005. Available at: https://www.millenniumassessment.org/en/index.html</p> <p>24. Richards J.A., Jia X. Remote sensing digital image analysis: an introduction. – Berlin: Springer, 1999. – 363 p.</p> <p>25. Smaliychuk A., Müller D., Prishchepov A.V., Levers C., Kruhlov I., Kuemmerle T. Recultivation of abandoned agricultural lands in Ukraine: Patterns and drivers. Global Environmental Change 38, 2016. pp.70–81. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2016.02.009</p> <p>26. Smaliychuk, A., Ghazaryan, G. & Dubovyk, O. Land-use changes in Northern Ukraine: patterns and dynamics of illegal amber mining during 1986–2016. Environ Monit Assess 193, 502 (2021). https://doi.org/10.1007/s10661-021-09317-2</p> <p>27. Using ArcGIS Spatial Analyst. – Redlands: ESRI, 2002. – 240 p. <i>Інформаційні ресурси:</i></p> <p>28. https://earthexplorer.usgs.gov/</p> <p>29. https://land.copernicus.eu/</p> <p>30. https://modis.gsfc.nasa.gov/</p> <p>31. https://landsat.gsfc.nasa.gov/</p> <p>32. https://sentinel.esa.int/web/sentinel/home</p> <p>33. https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/</p> <p>34. https://earth.google.com/web/</p> <p>35. https://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1000</p>
Тривалість курсу	Один семестр
Обсяг курсу	48 години аудиторних занять (з них 32 годин лекцій і 16 годин практичних робіт) та 102 години самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>У результаті вивчення дисципліни “Геоекологічний моніторинг” студент повинен:</p> <p><i>знати:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретико-концептуальні, організаційні та нормативно-правові основи здійснення геоекологічного моніторингу на практиці засобами геотеледекції - різновиди даних геотеледекції, способи їхнього отримання та опрацювання з використанням сучасних геоінформаційних технологій; - базову професійну термінологію з геотеледекції, яка використовується в міжнародній науковій та практичній діяльності. <p><i>вміти:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - використовувати цифрові методи обробки зображень, які отриманні з космічних супутників; - виконувати дешифрування (інтерпретацію) космічних та аерофотознімків знімків; - використовувати на практиці у ході моніторингу дані геотеледетекції для широкого кола потреб (метеорологічних, природоохоронних, лісогосподарських, тощо.); - складати план моніторингу в рамках виконання конкретного прикладного проекту в галузі менеджменту довкілля.

	<p>Вивчення курсу сприяє розвитку таких <i>надпрофесійних навичок (soft skills)</i>: критичне мислення, професійна самопрезентація, когнітивна гнучкість, формування та відстоювання власної думки.</p> <p>У результаті вивчення цього курсу здобувачі набудуть таких компетентностей:</p> <p>Фахові компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Володіння сучасними методами досліджень, які використовуються у виробничих та науково-дослідницьких організаціях при вивченні Землі, її геосфер та їхніх компонентів;</i> • <i>Володіти методами цифрового геопросторового аналізу та геотеледетекції;</i> • <i>Володіти дисциплінарними природничими методами дослідження довкілля</i> <p>Програмні результати навчання такі:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Аналізувати особливості природних та антропогенних систем і об'єктів геосфер Землі;</i> • <i>Знати сучасні методи дослідження Землі та її геосфер і вміти їх застосовувати у виробничій та науково-дослідницькій діяльності;</i> • <i>Використовувати сучасні методи моделювання та обробки геоінформації при проведенні інноваційної діяльності;</i> • <i>Застосовувати методи цифрового геопросторового аналізу та геотеледетекції.</i>
Ключові слова	Моніторинг довкілля, дистанційне зондування Землі (геотеледетекція), географічні інформаційні системи, геоекологія, ландшафт, геоекосистема, екосистемні послуги, ландшафтне планування, природокористування.
Формат курсу	Очний. Передбачає постійний особистий контакт науково-педагогічного працівника і студентів. Студенти денної форми навчання зобов'язані відвідувати навчальні заняття згідно з розкладом.
Теми	Наведено у СХЕМІ КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру: оформляється за результатами поточної успішності студентів впродовж усього семестру.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань із геології, геоморфології, метеорології і кліматології, гідрології, біогеографії і ґрунтознавства, вчення про ландшафт, суспільної географії та, насамперед, геоматики і географічного моніторингу (моніторингу довкілля).
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Основними формами навчання є лекційна подача матеріалу і проведення практичних занять, а також організація самостійної роботи студентів. Також широко використовуватиметься форма дискусій під час лекційних занять, які передбачають обмін думками та поглядами учасників щодо даної теми.
Необхідне обладнання	Вивчення курсу потребує використання мультимедійного обладнання. Для вивчення курсу необхідно володіти такими програми ArcMap 10 або вище, QGIS 3.4 або вище, програмного середовища R і оболонки RStudio версії 3.5.0 або вище, а також базові продукти MicrosoftOffice (Word, Excel, Access, Power Point).
Критерії оцінювання	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються

<p>(окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • практичні/самостійні роботи тощо: 60 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 60; • контрольні заміри (модулі): 40% семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 40. <p>Загалом передбачено виконання семи практичних робіт, кожна з яких оцінюється максимально у 8 балів. Практична робота №2 на тему «Автоматизована класифікація космозображень» оцінюється максимально у 12 балів. Виконані практичні роботи представляються особисто студентом на заняттях, де викладачем перевіряється правильність їх виконання. У разі проведення занять у дистанційному режимі допускається надсилання робіт на електронну пошту, з подальшим поясненням послідовності виконання на занятті.</p> <p>Модульний контроль проводиться у вигляді тестових завдань після завершення усіх лекційних занять в рамках курсу.</p> <p>Залік оформляється на основі набраних студентом балів за семестр. Підсумкова максимальна кількість балів – 100.</p>
<p>Питання до модуля</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Які завдання загального екологічного моніторингу 2. Чим відрізняється моніторинг процесу (реалізації проекту) та моніторинг впливу / результату 3. Поясніть зміст поняття хроматографія 4. Поясніть зміст поняття люмінесценція 5. Розкрийте суть методу фотометрії 6. Наведіть приклади стаціонарних методів моніторингу 7. Поясніть суть маршрутних методів моніторингу 8. Поясніть різницю між моніторингом та науковим дослідженням 9. Коротко опишіть методи моніторингу геоморфологічних процесів 10. Моніторинг лісових екосистем: методи та прилади 11. В чому різниця між біологічним моніторингом та біоіндикацією 12. Назвіть прямі інтерпретаційні ознаки космічних та аерофотознімків 13. Назвіть непрямі інтерпретаційні ознаки космічних та аерофотознімків 14. Поясніть поняття спектрального індексу 15. Як розраховують нормалізований різницевий індекс рослинності NDVI 16. Назвіть відомі вам ґрунтові індекси, а також особливості використання кожного з них 17. Поясніть методіку моніторингу вмісту ґрунтового органічного вуглецю 18. Поясніть зміст поняття спектральний образ 19. Що таке відкриті геопросторові дані 20. Поясніть основні функції геопорталів
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано після завершенню курсу з метою його вдосконалення.</p>

СХЕМА КУРСУ

Тиж. / дата /год.	Тема, план, короткі тези	Форма Діяльності (заняття)*	Література. Ресурси в інтернеті.	Завдання, год.	Термін виконання	
1-й тиждень	Тема 1. Теоретичні та нормативно-правові основи геоекологічного моніторингу. Основні поняття. Геоекологія як інтегральна географічна дисципліна. Поняття моніторингу. Концепції моніторингу. Нормативно-правове регулювання моніторингу в Україні.	Лекція	Посудін Ю.І. Моніторинг довкілля з основами метрології : підручник. – К. : Світ, 2012. – 426 с. Круглов І. Трансдисциплінарна геоекологія : монографія / І. Круглов. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 292 с. Погребенник В. Екологічний моніторинг: концепції, принципи, системи / В. Погребенник, Н. Мельник, М. Бойчук // Вимірювальна техніка та метрологія. – Вип. 65, 2005. – С. 164 – 171.	2 год.	1 тиждень	
		Нормативно-правові регулювання моніторингу в Україні.		Сам. роб	8 год.	1 тиждень
2-й тиждень	Тема 2. Методичні основи геоекологічного моніторингу. Наземні методи. Методи моніторингу за станом довкілля та їх класифікація. Система критеріїв та індикаторів при моніторингу геосистем. Наземні методи моніторингу. Засоби моніторингу: класифікація та основи вимоги до них. Біологічний моніторинг: біоіндикація та біотестування. Лабораторні методи моніторингу.	Лекція	Посудін Ю.І. Моніторинг довкілля з основами метрології : підручник. – К. : Світ, 2012. – 426 с. Погребенник В. Екологічний моніторинг: концепції, принципи, системи / В. Погребенник, Н. Мельник, М. Бойчук // Вимірювальна техніка та метрологія. – Вип. 65, 2005. – С. 164 – 171.	2 год.	1 тиждень	
		Лабораторні методи моніторингу.		Сам. роб	8 год.	1 тиждень
		Візуальна інтерпретація космозображень.		Практична робота 1	Роздатковий матеріал Байрак Г. Р., Муха Б. П. Дистанційні дослідження Землі. Навчальний посібник. – Львів, Видавн. центр ЛНУ ім. І.Франка, 2010. – 712 с. https://earth.google.com/web/	2 год.
3-й тиждень	Тема 3. Фізичні основи геотеледетекції. Електромагнітна радіація. Коротка історія розвитку дистанційного зондування Землі. Сонячне випромінювання. Трансформація електромагнітних хвиль у атмосфері. Відбите та власне випромінювання земної поверхні. Електромагнітний спектр. Вікна прозорості в атмосфері. Розвиток дистанційних методів моніторингу.	Лекція	Байрак Г. Р., Муха Б. П. Дистанційні дослідження Землі. Навчальний посібник. – Львів, Видавн. центр ЛНУ ім. І.Франка, 2010. – 712 с. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". - Київ : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. - 297 с. Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи. Підручник. – К.: Вища Школа, 2009. – 460 с.	2 год.	1 тиждень	
		Розвиток дистанційних методів моніторингу.		Сам. роб	10 год.	1 тиждень
4-й тиждень	Тема 4. Дистанційні методи моніторингу. Супутникита сенсорні системи. (частина 1) Поняття про дистанційні методи. Позаземні (аерокосмічні) засоби моніторингу. Штучні	Лекція	Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування: монографія / [за ред. В.І. Лялько, М.О.Попова]. - К.: Наук. думка, 2006. - 360 с. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під	2 год.	1 тиждень	

	супутники Землі, їх параметри та особливості. Основні супутникові системи для потреб моніторингу. Поняття сенсору. Основні багато спектральні супутникові системи моніторингу. Супутники серії Terra/Aqua. Програма Landsat. Супутники серії Sentinel. Програма моніторингу Copernicus.		ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". - Київ : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. - 297 с. Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи. Підручник. – К.: Вища Школа, 2009. – 460 с. 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.		
	Матеріали супутникової зйомки надвисокої роздільної здатності як інформаційна основа моніторингу.	Сам. роб	Томченко, Л. Я. Юрків. — К. : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. — 316 с.	6 год.	1 тиждень
	Автоматизована класифікація космозображень.	Практична робота 2	Роздатковий матеріал https://earth.google.com/web/ https://cran.r-project.org/ https://earthexplorer.usgs.gov/	4 год.	2 тижні
5-й тиждень	Тема 4. Дистанційні методи моніторингу. Супутникита сенсорні системи. (частина 2)	Лекція	Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування: монографія / [за ред. В.І. Лялько, М.О.Попова]. - К.: Наук. думка, 2006. - 360 с.	2 год.	1 тиждень
	Відкритті програмні продукти та он-лайн сервіси для опрацювання даних геотеледетекції.	Сам. роб.	Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". - Київ : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. - 297 с. Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи. Підручник. – К.: Вища Школа, 2009. – 460 с. 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.	10 год.	1 тиждень
6-й тиждень	Тема 5. Параметри космозображень, їхне отримання та попередня обробка.	Лекція	Андрейчук Ю. М. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі [Текст] : навч. посіб. / Ю. М. Андрейчук Т. С. Ямелинець. – Львів : “Простір-М”. 2015. – 284 с.	2 год.	1 тиждень
	Дата, час зйомки та кут падіння сонячних променів. Поняття роздільної здатності. Портали для завантаження космічних знімків. Радіометрична та геометрична корекція космозображень. Орторектифікація. Паншперпенінг. Оцінка якості знімків. Маскування хмар та тіней.		Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування: монографія / [за ред. В.І. Лялько, М.О.Попова]. - К.: Наук. думка, 2006. - 360 с. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". - Київ, 2019. - 297 с.	-	
	Моніторинг ерозійних процесів засобами геотеледетекції.	Сам. роб.	Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи. Підручник. – К.: Вища Школа, 2009. – 460 с. 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.	4 год.	1 тиждень

7-й тиждень	Тема 6. Візуальна інтерпретація космознімків. Дешифрувальні ознаки об'єктів. Передумови візуального дешифрування. Прямі та непрямі дешифрувальні ознаки. Особливості дешифрування пан хроматичних, кольорових (RGB) та інфрачервоних знімків.	Лекція	Байрак Г. Р., Муха Б. П. Дистанційні дослідження Землі. Навчальний посібник. – Львів, Видавн. центр ЛНУ ім. І.Франка, 2010. – 712 с. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". - Київ : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. - 297 с.	2 год.	1 тиждень
	Моніторинг небезпечних екзогенних геологічних процесів.	Сам. роб.	Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи. Підручник. – К.: Вища Школа, 2009. – 460 с. 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.	4 год.	1 тиждень
8-й тиждень	Тема 7. Автоматизована класифікація космозображень. Керована та некерована класифікація. (частина 1) Підходи до автоматизованої класифікації космозображень: попиксельна та об'єктно-орієнтована. Методи некерованої класифікації: к-середніх, ISODATA. Методи керованої класифікації: максимальної подібності, мінімальної відстані, головних компонент. Методи машинного навчання для потреб класифікації: опорних векторів, випадкових дерев, нейронних мереж. Поняття тренувальної площі. Вибір тренувальних площ на космознімку. Валідація результатів класифікації. Матриця невідповідностей.	Лекція	Андрейчук Ю. М. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі [Текст] : навч. посіб. / Ю. М. Андрейчук Т. С. Ямелинець. – Львів : “Простір-М”. 2015. – 284 с. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування: монографія / [за ред. В.І. Лялько, М.О.Попова]. - К.: Наук. думка, 2006. - 360 с. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". - Київ : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. - 297 с. Некос А.Н., Щукін Г.Г., Некос В.Ю. Дистанційні методи досліджень в екології. Навч. посібник. – Харків: ХНУ ім. В.І. Каразіна, 2007. – 372с. 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.	2 год.	1 тиждень
	Моніторинг надрокористування.	Сам. роб.		4 год.	1 тиж.
	Моніторинг абіотичних компонентів ландшафту.	Практична робота 3	Роздатковий матеріал https://earth.google.com/web/ https://cran.r-project.org/ https://earthexplorer.usgs.gov/	2 год.	2 тижні
9-й тиждень	Тема 7. Автоматизована класифікація космозображень. Керована та некерована класифікація. (частина 2)	Лекція	Андрейчук Ю. М. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі [Текст] : навч. посіб. / Ю. М. Андрейчук Т. С. Ямелинець. – Львів : “Простір-М”. 2015. – 284 с.	2 год.	1 тиждень
	Моніторинг просторових характеристик та якості водних ресурсів.	Сам. роб.	Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування: монографія / [за ред. В.І. Лялько, М.О.Попова]. - К.: Наук. думка, 2006. - 360 с. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". - Київ : ОЛДІ-	6 год.	1 тиждень

			ПЛЮС, 2019. - 297 с. Некос А.Н., Щукін Г.Г., Некос В.Ю. Дистанційні методи досліджень в екології. Навч. посібник. – Харків: ХНУ ім. В.І. Каразіна, 2007. – 372 с. 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.		
10-й тиждень	Тема 8. Використання LIDAR зображень та надвисокороздільних знімків з БПЛА для завдань геоекологічного моніторингу. Фізичні основи технології LIDAR. Використання технології LIDAR для створення цифрових моделей рельєфу, моніторингу геоморфологічних процесів, надзвичайних ситуацій та лісовому господарстві. Основні параметри сучасних БПЛА та знімків з них. Моніторинг з використанням БПЛА у сільському господарстві.	Лекція	Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". - Київ : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. - 297 с. Некос А.Н., Щукін Г.Г., Некос В.Ю. Дистанційні методи досліджень в екології. Навч. посібник. Харків: ХНУ ім. В.І. Каразіна, 2007. 372 с. 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.	2 год.	1 тиждень
	Моніторинг посух засобами геотеледетекції.	Сам. роб.		6 год.	1 тиж.
	Моніторинг у сільському господарстві	Практична робота 4	Роздатковий матеріал https://earth.google.com/web/ https://cran.r-project.org/ https://earthexplorer.usgs.gov/	2 год.	2 Тижні
11-й тиждень	Тема 9. Геоекологічний моніторинг абіотичних компонентів (властивостей) ландшафту: рельєф, геоморфологічні процеси, водні об'єкти. (частина 1) Поняття цифрової моделі висот, їх різновиди. Візуальний моніторинг форм рельєфу. Моніторинг геоморфологічних процесів та стихійних явищ за космознімками. Ідентифікація просторових та функціональних характеристик водних об'єктів.	Лекція	Байрак Г. Р., Муха Б. П. Дистанційні дослідження Землі. Навчальний посібник. – Львів, Видавн. центр ЛНУ ім. І.Франка, 2010. – 712 с. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". - Київ : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. - 297 с. Некос А.Н., Щукін Г.Г., Некос В.Ю. Дистанційні методи досліджень в екології. Навч. посібник. – Харків: ХНУ ім. В.І. Каразіна, 2007. – 372 с. 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.	2 год.	1 тиждень
	Моніторинг пожеж у лісових екосистемах засобами геотеледетекції.	Сам. роб.		8 год.	1 тиждень
12-й тиждень	Тема 9. Геоекологічний моніторинг абіотичних компонентів (властивостей) ландшафту: рельєф, геоморфологічні процеси, водні об'єкти. (частина 2)	Лекція	Байрак Г. Р., Муха Б. П. Дистанційні дослідження Землі. Навчальний посібник. – Львів, Видавн. центр ЛНУ ім. І.Франка, 2010. – 712 с. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". - Київ : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. - 297 с. Некос А.Н., Щукін Г.Г., Некос В.Ю. Дистанційні методи досліджень в екології.	2 год.	1 тиждень
	Моніторинг торфових пожеж.	Сам. роб.		4 год.	1 тиждень

			Навч. посібник. – Харків: ХНУ ім. В.І. Каразіна, 2007. – 372 с. 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.		
	Моніторинг у лісовому господарстві.	Практична робота 5	Роздатковий матеріал https://earth.google.com/web/ https://cran.r-project.org/ https://earthexplorer.usgs.gov/	2 год.	2 тижні
13-й тиждень	Тема 10. Геоекологічний моніторинг структури та динаміки наземного покриву для потреб сільського і лісового господарства. (частина 1) Публічна кадастрова карта України. Лісотаксаційні матеріали як джерела інформації про стан лісів. Вегетаційні індекси та їхнє використання для оцінки с/г посів та стану лісів. Ідентифікація і моніторинг стихійних явищ у лісах (пожежі, буреломи, шкідники). Моніторинг ерозійних процесів, посухи та підтоплень у сільському господарстві. Моніторинг стану лісо-смуг, інвазійних видів та занедбаня с/г угідь.	Лекція	Агроекологічний супутниковий моніторинг: монографія / О.Г. Тараріко, О.В. Сиротенко та ін.– К.: Аграрна наука, 2019.– 204 с. Миклуш С. І., Горошко М. П., Часковський О. Г. Геоінформаційні системи в лісовому господарстві: Навчальний посібник. — Львів: Камула, 2007. 128 с. Байрак Г. Р., Муха Б. П. Дистанційні дослідження Землі. Навчальний посібник. — Львів, Видавн. центр ЛНУ ім. І.Франка, 2010. – 712 с. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". - Київ , 2019. - 297 с. Некос А.Н., Щукін Г.Г., Некос В.Ю. Дистанційні методи досліджень в екології. Навч. посібник. – Харків: ХНУ ім. В.І. Каразіна, 2007. – 372 с.	2 год.	1 тиждень
	Моніторинг небезпечних кліматичних та погодних явищ на основі відкритих даних.	Сам. роб.		8 год.	1 тиждень
14-й тиждень	Тема 10. Геоекологічний моніторинг структури та динаміки наземного покриву для потреб сільського і лісового господарства. (частина 2)	Лекція	Агроекологічний супутниковий моніторинг: монографія / О.Г. Тараріко, О.В. Сиротенко, Т.В. Ільєнко, Т.Л. Кучма.– К.: Аграрна наука, 2019.– 204 с. Миклуш С. І., Горошко М. П., Часковський О. Г. Геоінформаційні системи в лісовому господарстві: Навчальний посібник. — Львів: Камула, 2007. 128 с. Байрак Г. Р., Муха Б. П. Дистанційні дослідження Землі. Навчальний посібник. — Львів, Видавн. центр ЛНУ ім. І.Франка, 2010. – 712 с. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". Київ, 2019. - 297 с. Некос А.Н., Щукін Г.Г., Некос В.Ю. Дистанційні методи досліджень в екології. Навч. посібник. – Харків: ХНУ ім. В.І. Каразіна, 2007. – 372 с.	2 год.	1 тиждень
	Моніторинг стану земельних ресурсів та землекористування засобами геотеледетекції.	Сам. роб.		8 год.	1 тиждень
	Моніторинг у природоохоронній справі.	Практична робота 6	Роздатковий матеріал https://earth.google.com/web/ https://cran.r-project.org/ https://earthexplorer.usgs.gov/ https://map.land.gov.ua/	2 год.	2 тижні

15-й тиждень	Тема 11. Геоекологічний моніторинг у просторовому плануванні та природоохоронній справі. (частина 1) Геодані про мережу природо-заповідного фонду в Україні. Смарагдова мережа та національний кадастр ПЗФ. Оцінка стану об'єктів ПЗФ за космічними знімками. Глобальні та національні бази даних біорізноманіття як інформаційна основа моніторингу у природоохоронній справі.	Лекція	Байрак Г. Р., Муха Б. П. Дистанційні дослідження Землі. Навчальний посібник. – Львів, Видавн. центр ЛНУ ім. І.Франка, 2010. – 712 с. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". Київ: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. - 297 с. Некос А.Н., Щукін Г.Г., Некос В.Ю. Дистанційні методи досліджень в екології. Навч. посібник. – Харків: ХНУ ім. В.І. Каразіна, 2007. – 372 с. https://map.land.gov.ua/	2 год.	1 тиждень
	Моніторинг впливу воєнних дій на довкілля.	Сам. роб.		10 год.	2 тижні
16-й тиждень	Тема 11. Геоекологічний моніторинг у просторовому плануванні та природоохоронній справі. (частина 2) Моніторинг пожеж, хвиль тепла та холоду, небезпечних фізико-географічних процесів. Моніторинг землекористування на основі містобудівних кадастрів та міських геопорталів.	Лекція	Байрак Г. Р., Муха Б. П. Дистанційні дослідження Землі. Навчальний посібник. – Львів, Видавн. центр ЛНУ ім. І.Франка, 2010. – 712 с. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". - Київ : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. - 297 с. Некос А.Н., Щукін Г.Г., Некос В.Ю. Дистанційні методи досліджень в екології. Навч. посібник. – Харків: ХНУ ім. В.І. Каразіна, 2007. – 372 с. https://map.land.gov.ua/	2 год.	1 тиждень
	Моніторинг у просторовому плануванні	Практична робота 7	Роздатковий матеріал https://earth.google.com/web/ https://ukrbin.com/index.php?action=about&lang=2 https://www.coe.int/en/web/bern-convention/emerald-viewer https://map.land.gov.ua/	2 год.	2 тижні