

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра метеорології та кліматології

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Заступник декана з навчальної роботи

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Супутникова метеорологія

для студентів

галузі знань	10	Природничі науки
спеціальність	103	Науки про Землю
освітнього рівня	магістр	
освітня програма	Метеорологія	
вид дисципліни	Вибірковий блок «Прикладна метеорологія»	

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	7
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: **Кривобок Олексій Анатолійович**, кандидат географічних наук, старший науковий співробітник

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)


на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2021

Розробник: Кривобок Олексій Анатолійович, кандидат географічних наук, старший науковий співробітник

ЗАТВЕРДЖЕНО

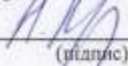
Зав. кафедри метеорології та кліматології

  
проф. Сніжко С. І.  
(підпис)

Протокол № 1 від «26» серпня 2021 р

Схвалено науково-методичною комісією географічного факультету

Протокол від «30» серпня 2021 року № 6

Голова науково-методичної комісії   
(підпис) (Корогода Н.П.)

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – навчити майбутнього спеціаліста-метеоролога використовувати сучасну інформацію, що надходить з штучних супутників Землі, для оцінки стану атмосфери та підстильної поверхні, діагнозу та прогнозу синоптичних процесів і окремих (у тому числі небезпечних) явищ погоди

### **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. Успішне опанування обов'язкових дисциплін, що вивчаються на кафедрі метеорології та кліматології – Астрономія, Фізика атмосфери, Атмосферна оптика, Радіаційні процеси в атмосфері, Кліматологія, Синоптична метеорологія.

2. Знання теоретичних основ фізики, астрономії, фізичної географії, вміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між явищами та процесами, що відбуваються в атмосфері, інформація про які надходить із різних джерел.

3. Володіння методами синтезу та аналізу інформації.

**3. Анотація навчальної дисципліни.** Викладаються основні питання, що стосуються теоретичних основ і методологічних принципів отримання, опрацювання, інтерпретації та практичного використання інформації, що отримується з метеорологічних штучних супутників Землі. Курс складається з *трьох змістових модулів*. *Перший* присвячений вивченню основ руху штучних супутників, типів орбіт метеорологічних супутників, сучасних технологій отримання супутникових даних, методів первинної обробки супутникових зображень, основних видів супутникової гідрометеорологічної інформації та систем автоматизованої обробки супутникових даних.

*Другий* – безпосередньо основам візуального дешифрування зображень з метеорологічних супутників, огляду цифрових методів та технологій для покращення візуального дешифрування цифрових супутникових зображень, основним напрямом практичного використання результатів метеорологічного дешифрування супутникових зображень у синоптичному аналізі.

*Третій* - відновленню метеорологічних параметрів атмосфери та підстильної поверхні за багатоспектральними супутниковими даними та практичне використання цих даних у кліматологічних, агрометеорологічних та гідрологічних дослідженнях.

### **4. Завдання (навчальні цілі):**

- 1) сформуванню уявлення про методи первинної обробки супутникових даних;
- 2) сформуванню навички для здійснення комплексного аналізу супутникових зображень та оцінювання прогнозу переміщення хмарності;
- 3) сформуванню навички для визначення на супутникових знімках зон небезпечних метеорологічних явищ;
- 4) сформуванню уявлення про методи відновлення метеорологічних параметрів атмосфери та підстильної поверхні з різних видів супутникових даних;
- 5) Сформуванню (поглибити) здатність:
  - здатність до адаптації і дії в новій ситуації, пов'язаній з роботою за фахом (K01);
  - вміння виявляти, ставити, вирішувати проблеми та приймати обґрунтовані рішення в професійній діяльності (K02);
  - здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань / видів економічної діяльності)(K03);
  - здатність працювати в міжнародному контексті та в глобальному інформаційному середовищі за фахом(K04);

- здатність до абстрактного мислення, пошуку, опрацювання, аналізу та синтезу інформації (K05);
- Володіння сучасними методами досліджень, які використовуються у виробничих та науководослідницьких організаціях при вивченні атмосфери (K11).
- Вміння формулювати задачі моделювання, створювати моделі атмосферних процесів із використанням математичних, картографічних методів і геоінформаційних технологій (K17).

#### 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни, %
Код	Результат навчання			
<b>1</b>	<b>Знати</b>			
1.1.	Основи теорії руху штучних супутників Землі. Типи орбіт метеорологічних супутників.	Лекція, семінар, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1; оцінювання усних відповідей/доповнень; знання основ теорії руху штучних супутників та типів орбіт	5
1.2.	Сучасні технології отримання супутникових даних. Методи первинної обробки супутникових даних	Лекція, семінар, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1; оцінювання усних відповідей/доповнень; бліц-опитування.	5
1.3.	Основні види супутникової гідрометеорологічної інформації	Лекція, семінар, самостійна робота	Модульна контрольна робота 2; оцінювання усних відповідей/доповнень; бліц-опитування	5
1.4.	Основи візуального дешифрування зображень з метеорологічних супутників. Огляд цифрових методів та технологій для покращення візуального дешифрування цифрових супутникових зображень		Модульна контрольна робота 2; оцінювання усних відповідей/доповнень; бліц-опитування	10
1.5	Основні напрями практичного використання результатів метеорологічного дешифрування супутникових зображень у синоптичному аналізі	Лекція, семінар, самостійна робота	Модульна контрольна робота 2; оцінювання усних відповідей/доповнень; бліц-опитування	10
1.6	Відновлення метеорологічних параметрів атмосфери та підстильної поверхні на	Лекція, семінар, самостійна робота	Модульна контрольна робота 3; оцінювання усних відповідей/доповнень; бліц-опитування	5

	основі супутникової інформації			
1.7	Особливості використання супутникових даних у чисельних моделях прогнозу погоди, кліматології, агрометеорології та гідрології		Модульна контрольна робота 3; оцінювання усних відповідей/доповнень; бліц-опитування	5
<b>2</b>	<b>Вміти</b>			
2.1.	Визначати основні методи первинної обробки супутникових даних	Лекція, семінар, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1; оцінювання усних відповідей/доповнень; визначення методів первинної обробки	5
2.2.	Вміти декодувати метеорологічну інформацію та відновлювати метеорологічних величин (явища) за даними дистанційного зондування	Семінар, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1; оцінювання усних відповідей/доповнень; оформлення результатів декодування метеорологічної інформації	5
2.3	Вміти дешифрувати зображення з метеорологічних супутників.	Семінар, самостійна робота	Модульна контрольна робота 2; оцінювання усних відповідей/доповнень; оформлення структурних особливостей хмарності різних масштабів	5
2.4.	Відновлювати основні метеорологічні величини за супутниковими даними та використовувати отриману інформацію у практичній діяльності;	Семінар, самостійна робота	Модульна контрольна робота 3; оцінювання усних відповідей/доповнень; оформлення результатів аналізу знання методик проведення метеорологічних спостережень та вимірювань	10
2.5	Вміти використовувати супутникові дані чисельних моделях прогнозу погоди, кліматології, агрометеорології та гідрології	Семінар, самостійна робота	Модульна контрольна робота 3; оцінювання усних відповідей/доповнень; оформлення результатів використання супутникових даних	10
<b>3</b>	<b>Комунікація</b>			
3.1.	Демонструвати спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією, ведення професійної наукової дискусії;	Практична робота, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1, 2,3; оцінювання усних відповідей/доповнень; бліц-опитування	5

3.2.	Письмово відображувати та презентувати результати зведень та прогнозів українською мовою.	Семінар, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1, 2,3; оцінювання усних відповідей/доповнень; бліц-опитування	5
<b>4</b>	<b>Автономність та відповідальність</b>			
4.1	Демонструвати здатність до адаптації та дії в новій ситуації, пов'язаній з роботою за фахом, вміння генерувати нові ідеї в області наук про Землю.	лекція, семінар, самостійна робота	опитування, дискурс, залік	10%

### 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код) Програмні результати навчання (назва)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	4.1
	ПР02. Вміти застосовувати свої знання для визначення і вирішення проблемних питань і прийняття обґрунтованих рішень в метеорології .			+	+	+		+			+		+		+
ПР03. Вміти спілкуватися з фахівцями та експертами різного рівня інших галузей знань, у тому числі в міжнародному контексті, в глобальному інформаційному середовищі.		+											+	+	+
ПР07. Знати сучасні методи дослідження метеорології і вміти їх застосовувати у виробничій та науково-дослідницькій діяльності.	+	+	+			+	+	+	+		+	+			
ПР12. Моделювати атмосферні процеси і явища, застосовуючи картографічні та математичні методи і геоінформаційні технології.	+										+	+			
ПР13. Ідентифікувати та класифікувати відомі і реєструвати нові явища і процеси в атмосфері, їхні властивості та притаманні їм ознаки.			+			+	+			+	+	+			

## 7. Схема формування оцінки:

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою. Максимальна оцінка становить 100 балів, 60 із яких студент може набрати в ході семестрового контролю і 40 балів – на заліку (5 семестр) та іспиті (6 семестр).

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1-2, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) – теми 3-4, у змістовий модуль 3 (ЗМ3) – тема 5. Обов'язковим для іспиту є знання про основні методи відновлення метеорологічних параметрів за супутниковими даними, дешифрування супутникових зображень та використання супутникових даних у чисельних моделях прогнозу погоди, кліматології, агрометеорології та гідрології.

**7.1. Форми оцінювання студентів:** рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами оцінювання усних відповідей/доповнень, бліц-опитувань, а також заліку.

Питома вага результатів навчання у підсумковій оцінці за умови її опанування на належному рівні така:

- результати навчання – **1.1–1.7 (знання)** – 45 %;
- результати навчання – **2.1–2.4 (вміння)** – до 35 % за кожен;
- результати навчання – **3.1–3.2 (комунікація)** – до 10%;
- результати навчання – **4 (автономність та відповідальність)** – 10%.

*Оцінювання за формами контролю:*

	ЗМ1		ЗМ2		ЗМ2	
	Min. - <u>18</u> балів	Max. - <u>30</u> балів	Min. - <u>18</u> балів	Max. - <u>30</u> балів	Min. - <u>18</u> балів	Max. - <u>30</u> балів
Усна відповідь на семінарі	$1.0 \times 3 = 3.0^*$	$1.7 \times 3 = 5.1^*$	$1.0 \times 3 = 3.0$	$1.7 \times 3 = 5.1$	$1.0 \times 3 = 3.0$	$1.7 \times 3 = 5.1$
Доповнення	$0.5 \times 3 = 1.5$	$1.0 \times 3 = 3.0$	$0.5 \times 3 = 1.5$	$1.0 \times 3 = 3.0$	$0.5 \times 3 = 1.5$	$1.0 \times 3 = 3.0$
Проміжний контроль знань студентів (бліц-опитування, тести)	$0.5 \times 7 = 3.5$	$1.0 \times 7 = 7.0$	$0.5 \times 7 = 3.5$	$1.0 \times 7 = 7.0$	$0.5 \times 7 = 3.5$	$1.0 \times 7 = 7.0$
Оцінювання завдань для самостійної роботи (дослідницько-аналітична робота)	$0.8 \times 5 = 4.0$	$1.0 \times 5 = 5.0$	$0.8 \times 5 = 4.0$	$1.0 \times 5 = 5.0$	$0.8 \times 5 = 4.0$	$1.0 \times 5 = 5.0$
Модульна контрольна робота	$6.0 \times 1 = 6.0$	$10.0 \times 1 = 10.0$	$6.0 \times 1 = 6.0$	$10.0 \times 1 = 10.0$	$6.0 \times 1 = 6.0$	$10.0 \times 1 = 10.0$
«1.0»/ «1.7» - мінімальна/максимальна оцінка, яку може отримати студент. ×3 – мінімальна/максимальна залікова кількість робіт чи завдань. =3*/5.1* – сумарна кількість балів, яку може отримати студент.						

**Підсумкове оцінювання у формі екзамену:** максимальна кількість балів на екзамені (заліку) – 40 балів, мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали (60 % максимальної кількості балів, відведених на екзамен).

До складання іспиту (заліку) з дисципліни допускається студенти, які впродовж семестру набрали не менш як 36 балів (60 % максимальної кількості балів, відведених на семестровий контроль).

Для студентів, які набрали впродовж семестру сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум – 36 балів* для складання іспиту потрібно повторно пройти поточний контроль знань (наприклад, у вигляді тестування) в установленому порядку.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до «Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу» від 1 жовтня 2010 року.

### **7.2. Організація оцінювання:**

Оцінювання здійснюється впродовж семестру з усіх видів робіт, включаючи і самостійну роботу та виконання індивідуальних завдань.

### **7.3. Шкала відповідності за 100-бальною шкалою**

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

Загалом формування оцінки ґрунтується на «Положенні про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка», введеного в дію наказом №716-32 від 31 серпня 2018 року.



## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва занять	Кількість годин		
		лекції	семінари	Самостій на робота
<b>Частина 1. Вступ.</b> Предмет та завдання курсу				
	<b>Тема 1. Вступ.</b> Загальні відомості про супутникову метеорологічну інформацію			4
1.	Основи руху штучних супутників. Типи орбіт метеорологічних супутників	2	4	8
2	<b>Тема 2. Сучасні технології отримання та первинної обробки цифрової інформації з метеорологічних супутників</b>	2		6
3.	.Основні види супутникової гідрометеорологічної інформації	2	4	12
	<i>Модульна контрольна робота 1.</i> Первинна обробка супутникових даних			
<b>Частина 2. Метеорологічна інтерпретація супутникових даних</b>				
	<b>Тема 3. Огляд цифрових методів та технологій для покращення візуального дешифрування цифрових супутникових зображень</b>			
5	Основи візуального дешифрування зображень з метеорологічних супутників	2	2	8
6	Побудова RGB зображень та визначення хмарності різних типів.	4	6	12
7	<b>Тема 4. Основні напрями практичного використання результатів метеорологічного дешифрування супутникових зображень у синоптичному аналізі</b>	2		12
8	Аналіз особливо небезпечної хмарності за супутниковими даними	4		6
9	Види мезомасштабної хмарності та її зв'язок з термодинамічними процесами в атмосфері.	4	6	8
	<i>Модульна контрольна робота 2. Аналіз особливо небезпечної хмарності</i>			
<b>Частина 3. Практичне використання супутникових даних в чисельних моделях прогнозу погоди, кліматології, агрометеорології та гідрології</b>				
	<b>Тема 5. Відновлення метеопараметрів атмосфери та підстильної поверхні на основі супутникової інформації</b>			
10	Математичні та фізичні основи розв'язання обернених задач супутникової метеорології.	2	2	8
11	Відновлення вертикальних профілів і полів основних метеорологічних величин	4	4	6

	<b>Тема 6. Особливості використання супутникових даних у чисельних моделях прогнозу погоди, кліматології, агрометеорології та гідрології</b>			
14	Використання супутникових даних у чисельних моделях прогнозу	2	2	8
15	Кліматологічні та агрометеорологічні дослідження з використанням супутникових даних	2	2	8
16	Визначення полів опадів та снігового покриву за супутниковими даними для використання у гідрологічних завданнях	2	2	8
	<b>Модульна контрольна робота 3.</b> Визначення полів опадів за супутниковими даними			26
<b>ВСЬОГО:</b>		<b>34</b>	<b>34</b>	<b>140</b>

**Загальний обсяг 210 год., в тому числі:**

Лекцій – **34 год.**

Семінарських занять – **34 год. (3 семестр)**

Консультації – **4 год.**

Самостійна робота – **140 год.**

## 9. Рекомендовані джерела:

### Основна

1. Посібник з використання супутникової інформації у синоптичному аналізі. Під ред. Кривобока О.А., Савченко Л.І., Мурмило Р.В., CD версія, 2009 р.  
[https://uhmi.org.ua/sat\\_img/posibnyk\\_satellite\\_info/zmist.htm](https://uhmi.org.ua/sat_img/posibnyk_satellite_info/zmist.htm)
2. Р.Межерис. Лазерное дистанционное зондирование, М.Мир, 1987. 550 с.
3. Ку-Нан Лиоу. Основы радиационных процессов в атмосфере. Ленинград. Гидрометеиздат. 1980. 375 с.
4. В.Е.Зуев, В.С.Комаров. Статистические модели температуры и газовых компонент атмосферы. Ленинград. Гидрометеиздат. 1986. 264 с.
5. Руководство по использованию спутниковых данных в анализе и прогнозе погоды. Под ред. И.П.Ветлова, И.Ф.Вельтищева. Ленинград. Гидрометеиздат. 1982. 300 с.
6. Использование изображений со спутников в анализе и прогнозе погоды. Техническая записка ВМО №124.Под редакцией Р.К.Андерсона, И.Ф.Вельтищева. Ленинград. Гидрометеиздат. 1974. 275 с.
7. *Крэкнелл А.П.* Дистанционное зондирование в метеорологии, океанографии и гидрологии. М.: Мир, 1984. 320 с.
8. Дистанционное зондирование: количественный подход. М.: Недра, 1983. 320 с.
9. Кривобок А.А. Новые возможности приема цифровой спутниковой информации через систему EUMETCast. Український гідрометеорологічний журнал, №3, 2008, С.25-32.
10. Сніжко С.І., Паламарчук Л.В., Затула В.І. Метеорологія. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 592 с.
11. Калинин Н.А., Толмачева Н.И. Космические методы исследований в метеорологии, Пермь 2005.
12. Хромов С.П. Метеорология и климатология – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 455 с.

### Додаткова

13. Антонов В.С. Короткий курс загальної метеорології. – Чернівці: Рута, 2004. – 363 с.
14. Атмосфера: Справочник / под ред. Ю.С. Седунова. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 510 с.
15. Городецкий О.А., Гуральник И.И., Ларин В.В. Метеорология. Методы и технические средства наблюдений. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. –336 с.
16. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии: Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 752 с.
17. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Випуск 3, ч.1: Метеорологічні спостереження на станціях. – К.: Ніка-Центр, 2011. – 280 с.
18. Проценко Г. Д. Метеорологія та кліматологія: Електроний підручник. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2007.
19. Сніжко С.І., Шевченко О.Г. Урбометеорологічні аспекти забруднення атмосферного повітря великого міста. – К.: Обрії, 2011. – 297 с.
20. Стернзат М.С. Метеорологические приборы и измерения. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 391 с.
21. Школьний Є.П. Фізика атмосфери: підручник. – К.: КНТ, 2007. – 508 с
22. Щербань М.І. Клімати земної кулі: Посібник для вчителів. – К.: Рад. школа, 1986. – 351 с.
23. Aguado E., Burt J.E. Understanding Weather and Climate. – Pearson, 7<sup>th</sup> edition, 2014. – 608 p.

24. Athens C.D. Meteorology today: An introduction to Weather, Climate, and the Environment. – Cengage Learning; 9<sup>th</sup> edition, 2008. – 624 p.
25. Barry R.G., Chorley R.J. Atmosphere, Weather and Climate. – Routledge; 9<sup>th</sup> edition, 2009. – 532 p.
26. Shonk J. Introducing Meteorology: A Guide to Weather (Introducing Earth and Environmental Sciences. – Dunedin Academic Press, 2013. – 156 p.
27. Watts A. The Weather Handbook: An Essential Guide to How Weather is Formed and Develops. – Adlar Coles; 3<sup>rd</sup> Revised ed. edition, 2014 – 160 p.
28. Б.К. Царев. Краткий словарь терминов и определений по дистанционному зондированию Земли. Ташкент 2004. 245 с.
29. Лауритсен Левин, Нельсон Гарри, Порто Франк. Получение информации и калибровка радиометров ИСЗ серии TIROS-NOAA. Практическое пособие для операторов АППИ по приему и обработке информации от ИСЗ серии TIROS-NOAA. 57 с.
30. В.В.Пененко. Методы численного моделирования атмосферных процессов. Л:Гидрометеиздат, 1981. 351 с.
31. Бычкова И.А., Викторов С.В., Виноградов В.В. Дистанционное определение температуры моря. Л:Гидрометеиздат, 1988. 223 с.