

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Одеський державний екологічний університет  
Кафедра інформатики

“Затверджено”  
Проректор з навчально-методичної  
роботи  
\_\_\_\_\_ Хохлов В.М.  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ:**  
**Геоінформаційні системи та технології в наукових**  
**дослідженнях**

Спеціальність – «Комп'ютерні науки»

Кваліфікація: доктор філософії в галузі інформаційних технологій

*Відділ аспірантури та докторантури*

2019 – 2020 навчальний рік

Робоча програма навчальної дисципліни “Геоінформаційні системи та технології в наукових дослідженнях” для аспірантів освітньо-кваліфікаційного рівня доктор філософії за спеціальністю 122 “Комп’ютерні науки”

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2019 р., 17 с.

Розробники:

Мещеряков Володимир Іванович, д.т.н., проф., зав. каф. інформатики

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформатики

Протокол №  2  від  29.08.2019 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Мещеряков В.І.

" Узгоджено "

Зав. відділом аспірантури та докторантури

\_\_\_\_\_ Вітовська О.Т.

## Глосарій

- ПР – захист практичної роботи
- УО – усне опитування під час лекційних, практичних, лабораторних занять
- КР – модульна контрольна робота
- ЗКР – залікова контрольна робота
- ВЗ – перевірка виконання індивідуального завдання у вигляді звіту
- ПЛЗ – підготовка лекційних занять
- ВЛМ – вивчення певних тем лекційного модуля
- ПЗКР – підготовка до модульної контрольної роботи
- ПМКР – Підготовка до модульної контрольної роботи
- ПУОЛ – підготовка до усного опитування під час лабораторних занять
- ПСД – підготовка доповіді на заняття (по окремій індивідуальній темі)
- ПМПР – підготовка (оформлення) матеріалів практичної роботи
- З – залік
- ІСП – іспит
- ВДЗ – виконання домашнього завдання

## 1 Місце і значення навчальної дисципліни

Дисципліна “Геоінформаційні системи та технології в наукових дослідженнях” викладається у напрямку підготовки спеціальності 122: «Комп’ютерні науки» входить до складу вибіркової частини навчального плану підготовки рівня вищої освіти докторів філософії. Викладається відповідно до робочого навчального плану підготовки докторів філософії.

Сучасний стан розвитку інформаційних технологій вимагає знання та вміння застосовувати геоінформаційні технології та засоби ГІС для обробки та інтелектуального аналізу великих масивів геоданих в моніторингових дослідженнях та здійснення процедури багатокритеріального аналізу рішень для побудови карт придатності, які можуть бути використані для візуалізації результатів аналізу та вирішення задач прийняття рішень в різних прикладних областях.

**Метою дисципліни** є ознайомлення аспірантів з геоінформаційними технологіями обробки і аналізу геоданих в моніторингових дослідженнях, використання інтегрованої в ГІС процедури багатокритеріального аналізу рішень для отримання компетентностей в області розробки та впровадження просторових ГІС прийняття рішень.

В результаті вивчення дисципліни “Геоінформаційні технології в наукових дослідженнях” аспіранти повинні:

**ЗНАТИ:**

- Методи класифікації масивів геоданих: з навчанням, без навчання. Інструменти та засоби класифікації в ГІС.
- Методи кластеризації на основі функції подібності. Методи та засоби кластеризації геоданих на основі оцінки відстані.
- Моделі та методи прийняття рішень за умов багатокритеріальності та їх формалізація в географічному просторі;
- Методи прийняття рішень за умов нечіткості інформації, невизначеності та ризику;

**ВМІТИ:**

- Використовувати методи просторового та інтелектуального аналізу геоданих в моніторингових дослідженнях.
- Застосовувати методи та моделі теорії прийняття рішень для обґрунтування та прийняття управлінських і технічних рішень засобами ГІС, за умов багатокритеріальності, невизначеності та ризику;
- Використовувати та створювати інструменти програмної реалізації моделей прийняття рішень;
- Інтегрувати методи прийняття рішень та багатокритеріального аналізу рішень в геоінформаційні системи.

**Володіти компетенціями:** здатність ефективно застосовувати методи геоінформаційного аналізу та просторового моделювання в моніторингових дослідженнях.

• застосовувати геоінформаційні технології, інтегруючи знання з інших дисциплін під час розв’язання теоретичних та прикладних задач прийняття рішень обраної галузі наукових досліджень.

Види контролю поточних знань – усне опитування під час лекцій та практичних занять, контрольні роботи, модульний контроль, залік. Вид контролю залишкових знань – тестові завдання.

Загальний обсяг навчального часу для денної форми навчання – 150 годин: лекцій – 45 годин, практичних занять – 30 годин, самостійна робота – 75 годин. Робоча програма складена на основі навчальної програми.

**1.1 Опис навчальної дисципліни**  
**“Геоінформаційні системи та технології в наукових дослідженнях”**

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристики навчальної дисципліни					
		Денна форма навчання			Заочна форма навчання		
Кількість кредитів ECTS: 5	Галузь знань: <b>12 Інформаційні технології</b>	<b>Вибіркова</b>					
Змістовних модулів: 4 Лекційних: 2 Практичних: 2	Спеціальність: <b>122 Комп'ютерні науки</b>	Рік підготовки					
		2					
		Семестр					
Індивідуальні завдання: Денна форма – <b>домашнє завдання</b>	Рівень вищої освіти: <b>Доктор філософії</b>	Лекційні заняття					
		45					
		Практичні та семінарські заняття					
		30					
		Лабораторні заняття					
		Самостійна робота (у т.ч. індивідуальна)					
		75					
Загальна кількість годин: <b>150</b>		Форма підсумкового контролю					
		Залік					
Співвідношення годин (%)	аудиторні заняття самостійна індивідуальна робота	денна	заочна				
		50%	50 %				

## 2. Вступ та структура навчальної дисципліни

### 2.1. Вступ

В дисципліні “Геоінформаційні системи та технології в наукових дослідженнях” викладаються загальні та спеціальні знання з теоретичних, методологічних та технологічних основ створення геоінформаційних систем підтримки прийняття рішень в різних прикладних областях.

Передбачені програмою практичні заняття служать для закріплення теоретичних знань і набуття практичних навичок застосування методів інтелектуального аналізу геоданих та багатокритеріального аналізу рішень для створення просторових систем підтримки прийняття рішень.

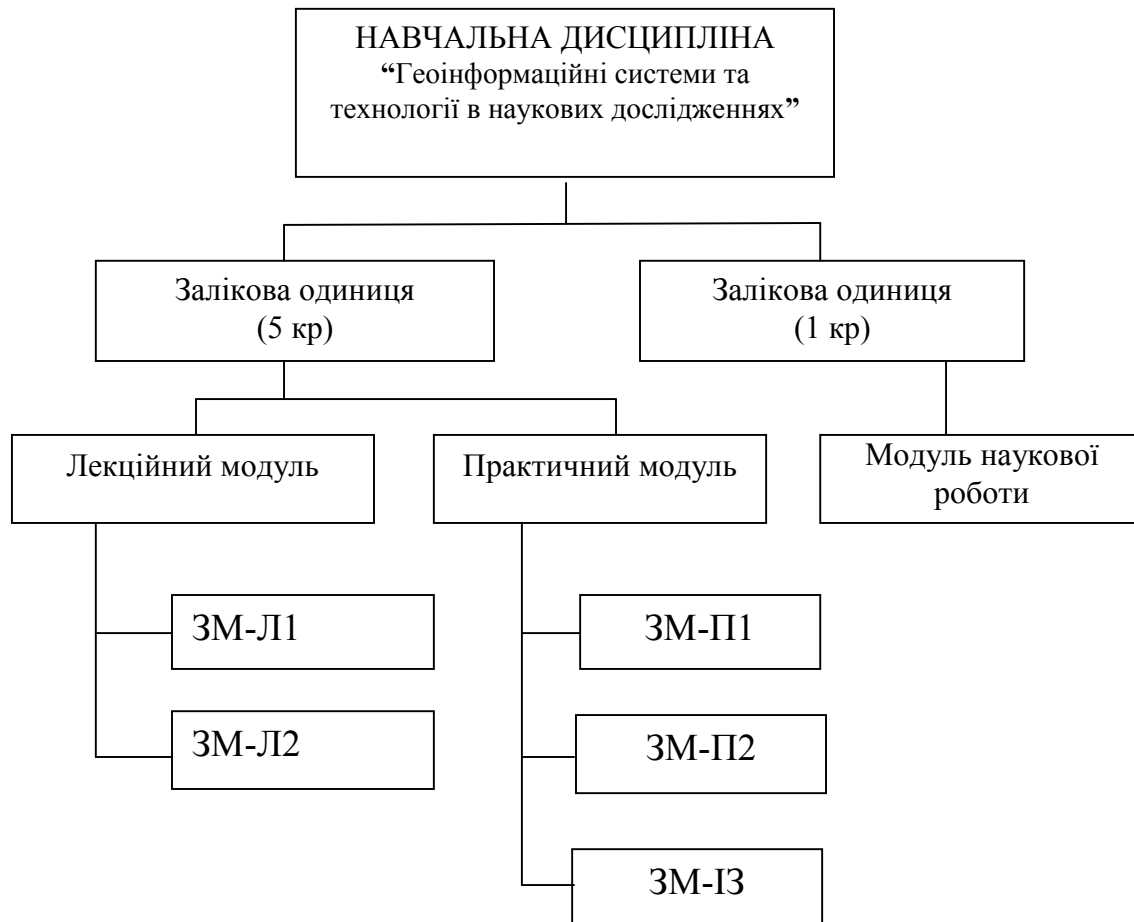
Дисципліна “Геоінформаційні системи та технології в наукових дослідженнях” забезпечена електронними версіями навчальних посібників:

- 1) Геоінформаційні системи і бази даних: монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с
- 2) Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341 с
- 3) Ситник В.Ф. Системи підтримки прийняття рішень: Навч. Посіб.–К.:КНЕУ, 2009.– 614 с.
- 4) Нестеренко О.В., Савенков О.І., Фаловський О.О. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень: Навч. посібн./За ред. І.І.Бідюка.–Київ: Національна академія управління, 2016.– 188 с.
- 5) Волошин, О. Ф. Моделі та методи прийняття рішень : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Ф. Волошин, С. О. Мащенко. – 2-ге вид., перероб. та допов. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. – 336 с.
- 6) Шипулин В. Д. Основные принципы геоинформационных систем: учебн. пособие / Шипулин В. Д.; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Х.: ХНАГХ, 2010. – 337 с.
- 7) Черняк О.І., Захарченко П.В. Інтелектуальний аналіз даних: підручник – К.:Знання, 2010. – 841 с.
- 8) Марченко О.О., Россада Т.В. Актуальні проблеми Data Mining: Навчальний посібник для студентів факультету комп’ютерних наук та кібернетики. – Київ. – 2017. – 150 с.

Дисципліна “Геоінформаційні системи та технології в наукових дослідженнях” передбачає такі види контролю поточних та залишкових знань по окремим модулям дисципліни: лекційні модулі – усне опитування під час лекцій, контрольна робота; практичні модулі – усне опитування, домашнє завдання, контрольна робота; науковий модуль – підготовка доповіді-реферату за пропонованими темами.

**2.2 Загальна структура навчальної дисципліни  
“Геоінформаційні системи та технології в наукових дослідженнях”  
в умовах кредитно-модульної системи в Одеському державному  
екологічному університеті**

Дисципліна включає навчальний курс загальним обсягом 150 годин



**ПРОГРАМА ЛЕКЦІЙНИХ МОДУЛІВ**

Змістовні модулі	Розділ програми (назва)	Теми	Денна форма			
			Кіл-сть аудиторних годин	Кіл-сть годин СРС	Форми завдань на СРС	Форми поточного контролю СРС
ЗМ-Л1	Інтелектуальний аналіз геоданих	Основні типи задач та область застосування інтелектуального та просторового аналізу даних. Поняття просторових даних. Класифікація ГІС.	4	15	Підготовка до лекційних занять  <i>ПМКР «1»</i>	УО  КР1
		Джерела та методи отримання просторових даних: АРІ картографічних сервісів, дані ДЗЗ, відкриті джерела даних, синтаксичні аналізатори даних, WFS –сервіси	5			
		Методи просторового аналізу та їх реалізація в ГІС. Методи класифікації масивів геоданих: з навчанням, без навчання. Інструменти та засоби класифікації в ГІС. Фрактальний аналіз в ГІС.	5			
		Кластерний аналіз. Методи геостатистичного аналізу. Методи кластеризації на основі функції подібності. Методи та засоби кластеризації геоданих на основі оцінки відстані. K-means.	5			
ЗМ-Л2	Прийняття рішень засобами ГІС	Історія та основні тренди розвитку просторового багатокритеріального прийняття рішень. Поєднання ГІС та багатокритеріального аналізу рішень, як засіб структуризації просторових проблеми.	5	20	Підготовка до лекційних занять  <i>ПМКР «2»</i>	УО  КР2
		Модель багатокритеріального прийняття рішень в ГІС. Побудова ієрархії прийняття рішень. Альтернативи та критерії в географічному просторі.	5			
		Нечіткість інформації та невизначеність переваг ОПР. Стратегії прийняття рішень.	5			
		Методи врахування експертної інформації та переваг ОПР в геопросторовому багатокритеріальному аналізі рішень.	6			
		Оператори агрегування. Оператори min, max. Оператор зважена сума. OWA оператор Ягера з нечіткими квантифікаторами.	5			
<b>ЗАЛІК</b>				5	<i>ПЗКР</i>	КР
<b>Разом</b>			<b>45</b>	<b>40</b>		



Після вивчення лекційних змістовних модулів аспіранти мають оволодіти наступними знаннями.

**ЗМ-Л1.** Класифікація ГІС. Джерела та методи отримання просторових даних: АРІ картографічних сервісів, дані ДЗЗ, відкриті джерела даних, синтаксичні аналізатори даних, WFS –сервіси. Методи просторового аналізу та їх реалізація в ГІС. Методи класифікації масивів геоданих: з навчанням, без навчання. Методи геостатистичного аналізу. Методи кластеризації на основі функції подібності. Методи та засоби кластеризації геоданих на основі оцінки відстані. K-means. Фрактальний аналіз в ГІС.

Контролюючими заходами передбаченим для цього змістовного модуля є усне опитування та контрольна робота «КР-1». Цей змістовний модуль забезпечений наявністю посібників:

- 1) Геоінформаційні системи і бази даних: монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с
- 2) Быков А. В. Web-картографирование: учеб. пособие / А. В. Быков, С. В. Пьянков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2015. – 110 с.
- 3) Олійник А. О. Інтелектуальний аналіз даних : навчальний посібник / А. О. Олійник, С. О. Субботін, О. О. Олійник. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2012. – 278 с.
- 4) Субботін СО (2008) Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навч. посібник. Запоріжжя: ЗНТУ, с 341.

**ЗМ-Л2.** Основні тренди розвитку просторового багатокритеріального прийняття рішень. Модель багатокритеріального прийняття рішень в ГІС. Різні стратегії прийняття рішень. Методи врахування експертної інформації та переваг ОПР в геопросторовому багатокритеріальному аналізі рішень. Оператори агрегування. Оператори min, max. Оператор зважена сума. OWA оператор Ягера з нечіткими квантифікаторами.

Контролюючими заходами передбаченим для цього змістовного модуля є усне опитування та контрольна робота «КР-2».

- 1) Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341 с
- 2) Быков А. В. Web-картографирование: учеб. пособие / А. В. Быков, С. В. Пьянков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2015. – 110 с.
- 3) Обработка нечеткой информации в системах принятия решений/ А.Н. Борисов, А.В.Алексеев, Г.В.Меркурьева и др. – М.:Радио и связь, 1989.–304с.
- 4) Геоінформаційні системи і бази даних : монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с
- 5) Павленко Л. А. Геоінформаційні системи : навчальний посібник / Л. А. Павленко. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 260 с.
- 6) ArcGIS Resource Center / ESRI. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://doc.arcgis.com/ru/arcgis-online>.

#### 4 ПРОГРАМА ПРАКТИЧНИХ МОДУЛІВ

Змістовні модулі	Форма занять (назва)	Теми робіт (занять)	Денна форма			
			Кіл-сть аудиторних годин	Кіл-сть годин СРС	Форми завдань на СРС	Форми поточного контролю СРС
ЗМ-П1	Методи інтелектуального аналізу геоданих та їх реалізація в ГІС	Практична робота №1. Використання методів просторового аналізу в моніторингових дослідженнях. Візуалізація даних.	4	15	ПУОЛ ПМПР	УО ПР
		Практична робота №2. Детерміновані та геостатистичні методи інтерполяції та аналіз щільності. Метод зворотно зважених відстаней. Сплайн. Кригінг.	4			
		Практична робота №3. Класифікація та кластеризація масивів геоданих, дослідження взаємозв'язків просторових об'єктів. Метрики близькості..	4			
		Практична робота №4. Аналіз даних на основі фрактальної розмірності. Методи розрахунку фрактальної розмірності в ГІС.	4			
ЗМ-П2	Геопросторовий багатокритеріальний аналіз рішень	Практична робота №5. Розробка інструментів геообробки на мові Python для стандартизації шарів критеріїв з використанням апарату теорії нечітких множин.	4	15	ПУОЛ ПМПР	УО ПР
		Практична робота №6. Способи формалізації експертних знань та переваг ОПР. Розробка скриптових інструментів Python для розрахунку вагових коефіцієнтів критеріїв.	4			
		Практична робота №7. Оверлейний аналіз. Оператори нечіткого та зваженого накладання.	4			
ЗМ-І3	Індивідуальне завдання		2	5	ВДЗ	ВЗ
		<b>Разом</b>	<b>30</b>	<b>35</b>		

Для виконання практичних робіт необхідно використання ПК та наступного ПЗ: ESRI ArcGIS, QGIS, будь-який браузер.

Після вивчення Змістовного модулю – ЗМ-III аспірант повинен вміти: виконувати обробку та аналіз великих масивів геоданих в моніторингових дослідженнях з використанням методів інтерполяції, класифікації та кластеризації, здійснювати інтелектуальний аналіз даних на основі розрахунку фрактальної розмірності просторових об'єктів.

Контролюючим заходом, передбаченим для цього змістовного модуля є усне опитування під час проведення практичних занять та захист виконаних практичних робіт.

Цей змістовий модуль забезпечені наявністю посібників та методичних вказівок:

- 1) Геоінформаційні системи і бази даних: монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с
- 2) Олійник А. О. Інтелектуальний аналіз даних : навчальний посібник /. А. О. Олійник, С. О. Субботін, О. О. Олійник. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2012. – 278 с.
- 3) Субботін С.О. (2008) Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навч. посібник. Запоріжжя: ЗНТУ, с 341.

Після вивчення Змістовного модулю – ЗМ-II2 аспірант повинен вміти: здійснювати багатокритеріальний аналіз рішень в ГІС для побудови комплексних карт ранжування територій за ступенем придатності, розробляти інструменти геообробки на мові Python для стандартизації шарів критеріїв з використанням апарату теорії нечітких множин та формалізації експертних знань та переваг ОПР. Виконувати оверлейний аналіз з використанням операторів нечіткого та зваженого накладання.

Контролюючим заходом, передбаченим для цього змістовного модуля є усне опитування під час проведення практичних занять та захист виконаних практичних робіт.

Цей змістовий модуль забезпечені наявністю посібників та методичних вказівок:

- 1) Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341 с Быков А. В. Web-картографирование: учеб. пособие / А. В. Быков, С. В. Пьянков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2015. – 110 с.
- 2) Обработка нечеткой информации в системах принятия решений/ А.Н. Борисов, А.В.Алексеев, Г.В.Меркурьева и др. – М.:Радио и связь, 1989.–304с.
- 3) ArcGIS Resource Center / ESRI. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://doc.arcgis.com/ru/arcgis-online>.

## 5 Організація самостійної роботи

Змістовні модулі	Денна форма			
	Завдання на СРС	Кількість годин СРС	Форма поточного контролю СРС	Строк проведення (семестр, тиждень)
1	2	3	4	5
ЗМ-Л1	ПЛЗ ПМКР	15	УО КР	1-7 7
ЗМ-П1	ПЛЗ ПМКР	15	УО ПР	1-7
ЗМ-Л2	ПЛЗ ПМКР	20	УО КР	8-14 14
ЗМ-П2	ПУОЛ ПМПР	15	УО ПР	8-15
ЗМ-І3	ПДС	5	ВЗ	13
ЗАЛІК	ПЗКР	5	КР	15
<b>Разом</b>		<b>75</b>		

## 6 Програма модуля наукової роботи

Дисципліна “Геоінформаційні системи та технології в наукових дослідженнях” дає можливість аспірантам ознайомитись та придбати навички застосування геоінформаційних систем та технологій для інтелектуальної обробки даних в моніторингових дослідженнях, та створення власних скриптів та інструментів для проведення геопросторового багатокритеріального аналізу рішень і побудови комплексних карт ранжування територій за ступеню придатності.

Аспірантам, вивчаючим цю дисципліну, пропонується наукова робота у вигляді підготовки рефератів за темами:

Тема 1: Методи розрахунку фрактальної розмірності просторових об’єктів в ГІС.

Тема 2: Методика інтеграції багатокритеріального аналізу рішень в ГІС.

Тема 3: Огляд стану і перспективи розвитку інтелектуальних геоінформаційних систем.

## 7 Індивідуальні завдання

Після вивчення Змістовного модулю – ЗМ-ІЗ аспірант повинен вміти виконувати процедуру багатокритеріального аналізу рішень в ГІС і візуалізацію результатів аналізу у вигляді карти ранжування територій за ступенем придатності. Індивідуальним завданням є побудова карти придатності та надання відповідних рекомендацій з визначеної викладачем проблеми.

Для виконання індивідуального завдання аспірантом може використовуватися будь-яка ГІС, наприклад, ArcGIS або QGIS та набір векторних шарів, який може бути імпортовано з картографічного веб-сервісу OpenStreetMap.

При виконанні модулю індивідуального завдання згідно виданого викладачем завдання потрібно:

Згідно з варіантом завдання:

1. Виконати структурування проблеми та розробку ієрархії прийняття рішень.
2. Виконати декомпозицію вихідної просторової інформації на шари критеріїв. Визначити альтернативи.
3. Виконати стандартизацію шарів критеріїв з використанням апарату теорії нечітких множин.
4. Виконати формалізацію експертних знань та переваг ОПР з використанням методів багатоатрибутивних методів прийняття рішень.
5. Виконати агрегування атрибутів критеріїв методами нечіткого та зваженого накладання. Побудувати відповідні карти придатності територій.
6. Оформити пояснювальну записку до індивідуального завдання з описом етапів виконання роботи.
7. Захистити викладачу роботу.

## 8 Організація поточного та підсумкового контролю рівня знань

Поточна та підсумкова оцінка рівня знань аспіранта здійснюється за модульною системою організації навчання та контролю знань студентів. Суми балів які отримав аспірант за всіма модулями КСРС навчальної дисципліни, формують інтегральну оцінку поточного контролю даного студента з навчальної дисципліни. Вона є підставою для допуску до семестрового заліку. Підсумковим контролем знань є залік.

*Для денної форми навчання* питання про допуск до семестрового заліку за підсумками модульного контролю розглядається тільки при умові, що фактична сума накопичених за семестр балів за практичну частину складає *не менше 50%* і за теоретичну частину *не менше 50%*. В іншому випадку студент вважається таким, що не виконав навчального плану дисципліни, і не допускається до заліку.

Семестровий залік з дисципліни виставляється аспіранту, у якого інтегральна сума за теоретичну та практичну частини складає не менше 60% від максимально можливої при умові виконання усіх вимог. Сума балів, яку одержав аспірант за всі контрольні роботи,

індивідуальне завдання і за практичні модулі та залікова контрольна робота формують інтегральну оцінку аспіранта з навчальної дисципліни.

Інтегральна оцінка (В) за дисципліну розраховується за формулою:

$$B = 0,75 \times O3 + 0,25 \times OЗКР,$$

де ОЗ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) за змістовними модулями, ОЗКР – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) залікової контрольної роботи.

Наприкінці сесії аспірант отримує інтегральну оцінку з дисципліни за всіма системами оцінювання наступним чином: студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості по дисципліні, отримує якісну оцінку (зараховано або не зараховано) за умови:

1) якщо має на останній день семестру інтегральну суму балів поточного контролю достатню ( $O3 \geq 60 \%$ ) для отримання позитивної оцінки;

2) має  $OЗКР \geq 50 \%$  від максимально можливої суми балів за залікову контрольну роботу.

*Методика проведення підсумкового контролю:*

Залікова контрольна робота має вигляд тестових завдань закритого типу з множинним вибором з 4 відповідей у кількості 20 завдань у кожному з білетів.

Максимальна сума балів, яку можна одержати, відповівши правильно на всі тестові завдання становить 20 балів.

### **Теоретична частина курсу**

Весь теоретичний курс лекцій поділено на 2 модулі, які відповідають розділам робочої програми дисципліни. Оцінювання ступеню засвоєння знань з кожного модуля теоретичного курсу виконується за допомогою усного опитування, та письмової контрольної роботи.

*Лекційний модуль ЗМ-Л1 (Максимальна сума балів – 25) з розділами:*

1. Основні типи задач та область застосування інтелектуального та просторового аналізу даних. Поняття просторових даних. Класифікація ГІС.
2. Джерела та методи отримання просторових даних: АРІ картографічних сервісів, дані ДЗЗ, відкриті джерела даних, синтаксичні аналізатори даних, WFS –сервіси
3. Методи просторового аналізу та їх реалізація в ГІС. Методи класифікації масивів геоданих: з навчанням, без навчання. Інструменти та засоби класифікації в ГІС. Фрактальний аналіз в ГІС.
4. Кластерний аналіз. Методи геостатистичного аналізу. Методи кластеризації на основі функції подібності. Методи та засоби кластеризації геоданих на основі оцінки відстані. K-means.

*Контролюючим заходом цього змістовного модулю є усне опитування та контрольна робота 1. Максимальну кількість балів, яку може студент набрати за видами контролюючих заходів: УО – 5 балів, КР1 – 20 балів.*

*Лекційний модуль ЗМ-Л2 (Максимальна сума балів – 25) з розділами:*

1. Історія та основні тренди розвитку просторового багатокритеріального прийняття рішень. Поєднання ГІС та багатокритеріального аналізу рішень, як засіб структуризації просторових проблеми.
2. Модель багатокритеріального прийняття рішень в ГІС. Побудова ієрархії прийняття рішень. Альтернативи та критерії в географічному просторі.
3. Нечіткість інформації та невизначеність переваг ОПР. Стратегії прийняття рішень.
4. Методи врахування експертної інформації та переваг ОПР в геопросторовому багатокритеріальному аналізі рішень.
5. Оператори агрегування. Оператори min, max. Оператор зважена сума. OWA оператор Ягера з нечіткими квантифікаторами.

*Контролюючим заходом цього змістовного модулю є усне опитування та контрольна робота 2. Максимальну кількість балів, яку може студент набрати за видами контролюючих заходів: УО – 5 балів, КР2 – 20 балів.*

*Теоретичні знання студентів по кожному модулю оцінюються в балах за результатами усного опитування та написаних наприкінці модулів контрольних робіт.*

***Максимальна сума за теоретичну частину – 50 балів.***

*З теоретичної частини курсу аспірант повинен виконати усі модулі семестру та набрати не менше, ніж 50% від максимально можливої суми балів за теоретичну частину семестру (не менше 25 балів).*

### **Практична частина курсу**

Практичний курс поділено на 2 модулі та модуль індивідуального завдання ЗМ-ІЗ, які відповідають розділам робочої програми дисципліни.

**ЗМ–П1** (Максимальна сума –20 балів) за практичними роботами:

- 1) Практична робота №1. Використання методів просторового аналізу в моніторингових дослідженнях. Візуалізація даних.
- 2) Практична робота №2. Детерміновані та геостатистичні методи інтерполяції та аналіз щільності. Метод зворотно зважених відстаней. Сплайн. Кригінг.
- 3) Практична робота №3. Класифікація та кластеризація масивів геоданих, дослідження взаємозв'язків просторових об'єктів. Метрики близькості.
- 4) Практична робота №4. Аналіз даних на основі фрактальної розмірності. Методи розрахунку фрактальної розмірності в ГІС.

*Контролюючим заходом цього змістовного модулю є усне опитування та захист практичних робіт. Максимальну кількість балів, яку може студент набрати за видами контролюючих заходів: виконання практичної роботи – 3 бали, УО – 1 бал, захист кожної з чотирьох практичних робіт – 1 бал (разом за кожну з практичних робіт – 5 балів).*

**ЗМ–П2** (Максимальна сума –15 балів) за практичними роботами:

- 1) Практична робота №5. Розробка інструментів геообробки на мові Python для стандартизації шарів критеріїв з використанням апарату теорії нечітких множин.
- 2) Практична робота №6. Способи формалізації експертних знань та переваг ОПР. Розробка скриптових інструментів Python для розрахунку вагових коефіцієнтів критеріїв.

- 3) Практична робота №7. Оверлейний аналіз. Оператори нечіткого та зваженого накладання.

*Контролюючим заходом цього змістовного модулю є усне опитування та захист практичних робіт. Максимальну кількість балів, яку може студент набрати за видами контролюючих заходів: виконання практичної роботи – 3 бали, УО – 1 бал, захист кожної з трьох практичних робіт – 1 бал (разом за кожну з практичних робіт – 5 балів).*

**ЗМ-ІЗ** (Максимальна сума балів – 15 балів).

Виконати процедуру багатокритеріального аналізу рішень в ГС і візуалізацію результатів аналізу у вигляді карти ранжування територій за ступенем придатності. Індивідуальним завданням є побудова карти придатності та надання відповідних рекомендацій з визначеної викладачем проблеми. Оформити пояснювальну записку до індивідуального завдання з описом етапів виконання роботи. Захистити викладачу роботу.

*Контролюючим заходом цього змістовного модулю є виконання та захист індивідуального завдання. Максимальну кількість балів, яку може студент набрати за видами контролюючих заходів: виконання індивідуального завдання – 10 балів, захист індивідуального завдання – 5 балів. (разом за індивідуальне завдання – 15 балів).*

**Максимальна сума за практичну частину в семестрі – 50 балів.**

З **практичної частини курсу** аспірант повинен виконати усі модулі семестру та набрати не менше, ніж 50% від максимально можливої суми балів за практичну частину семестру (не менш 25 балів). В іншому випадку аспірант вважається таким, що не виконав навчального плану дисципліни, і не допускається до заліку.

*Максимальна інтегральна сума балів, яку можна отримати за теоретичну та практичну частини курсу – 100 балів.*

В цілому по курсу «Геоінформаційні технології в наукових дослідженнях» розподіл балів виглядає наступним чином:

Теоретична частина	50%	50 балів
Практичні роботи	50%	50 балів
Разом:	100%	100 балів

Для аспірантів, що виконали навчальний план, формується інтегральна сума балів – сума балів, що отримані з теоретичної та практичної частини курсу. На основі цього показника та згідно з розрахунками за формулою відбувається виставлення семестрової оцінки згідно з таблицею.

Інтегральна сума з навчальної дисципліни, що набрана студентом			
Відсоток	Бал	Бал за шкалою ЄКТАС	Традиційна оцінка
1% – 34,9% від максимальної суми	1 – 34,9	FX	не зараховано
35% – 59,9% від максимальної суми	35 – 59,9	F	не зараховано
60% – 63,9% від максимальної суми	60 – 63,9	E	зараховано
64% – 73,9% від максимальної суми	64 – 73,9	D	зараховано



74% – 81,9% від максимальної суми	74 – 81,9	С	зараховано
82% – 89,9% від максимальної суми	82 – 89,9	В	зараховано
>=90% від максимальної суми	>=90	А	зараховано

Поточні оцінки в «Інтегральній відомості оцінки знань студентів» підсумкового семестрового контролю виставляються викладачем без присутності аспіранта в останній день аудиторних занять у вигляді кількісної оцінки (бал успішності) за підсумками контролюючих заходів .

Одержана накопичена підсумкова оцінка виставляється викладачем у заліково-екзаменаційну відомість встановленого зразка, відповідно до шкали ЄКТАС.

## ЛІТЕРАТУРА

### Основна:

- 9) Геоінформаційні системи і бази даних: монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с
- 10) Быков А. В. Web-картографирование: учеб. пособие / А. В. Быков, С. В. Пьянков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2015. – 110 с.
- 11) Олійник А. О. Інтелектуальний аналіз даних : навчальний посібник / А. О. Олійник, С. О. Субботін, О. О. Олійник. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2012. – 278 с.
- 12) Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341 с
- 13) Обработка нечеткой информации в системах принятия решений/ А.Н. Борисов, А.В.Алексеев, Г.В.Меркурьева и др. – М.:Радио и связь, 1989.–304с.
- 14) Павленко Л. А. Геоінформаційні системи : навчальний посібник / Л. А. Павленко. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. – 260 с.
- 15) ArcGIS Resource Center / ESRI. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://doc.arcgis.com/ru/arcgis-online>.
- 16) Ситник В.Ф. Системи підтримки прийняття рішень: Навч. Посіб.–К.:КНЕУ, 2009.– 614 с.
- 17) Нестеренко О.В., Савенков О.І., Фаловський О.О. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень:Навч.посібн./За ред. І.І.Бідюка.–Київ:Національна академія управління, 2016.– 188 с.
- 18) Волошин, О. Ф. Моделі та методи прийняття рішень : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Ф. Волошин, С. О. Мащенко. – 2-ге вид., перероб. та допов. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. – 336 с.
- 19) Шипулин В. Д. Основные принципы геоинформационных систем: учебн. пособие / Шипулин В. Д.; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Х.: ХНАГХ, 2010. – 337 с.
- 20) Черняк О.І., Захарченко П.В. Інтелектуальний аналіз даних: підручник – К.:Знання, 2010. – 841 с.

### Додаткова:

- 21) Вестра Э. Разработка геоприложений на языке Python / пер. с англ. А. Логунова. – М: ДМК Пресс, 2017. – 446 с. 10.
- 22) Лутц, М. Изучаем Python / пер. с англ. А. Киселева. – СПб.: СимволПлюс, 2011. – 1280 с.10. Старигин А. XML. Разработка Web-приложений. – СПб.: ВHV, 2003. – 585 с.
- 23) Шипулин В.Д. Введение в использование ArcGIS / Учебно-методическое пособие. – Харьков: ХНАГХ, 2005. – 258 с.
- 24) Обработка нечеткой информации в системах принятия решений/ А.Н. Борисов, А.В.Алексеев, Г.В.Меркурьева и др. – М.:Радио и связь, 1989.–304с.
- 25) QGIS Cloud Hosting. <https://qgiscloud.com/>

- 26) Марченко О.О., Россада Т.В. Актуальні проблеми Data Mining: Навчальний посібник для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики. – Київ. – 2017. – 150 с.