

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра соціально-економічної географії і регіоназнавства
імені Костянтина Немця



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету геології,
географії, рекреації і туризму
Віліна ПЕРЕСАДЬКО

“ 29 ” серпня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ТРИВИМІРНЕ (3D) МОДЕЛЮВАННЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА»

рівень вищої освіти	<u>доктор філософії</u>
галузь знань	<u>10. Природничі науки</u>
спеціальність	<u>106. Географія</u>
освітні програми	<u>Географія</u>
вид дисципліни	за вибором
факультет	геології, географії, рекреації і туризму

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету геології, географії, рекреації і туризму

«26» серпня 2024 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Костріков С.В., д. геогр. н., професор кафедри соціально-економічної географії і регіоназнавства імені Костянтина Немця

Програму схвалено на засіданні кафедри соціально-економічної географії і регіоназнавства імені Костянтина Немця

Протокол від «26» серпня 2024 року № 9

Завідувач кафедри

(підпис)

Людмила НСМЕЦЬ

Програму погоджено з гарантом освітньо-наукової програми «Географія»

Гарант освітньо-наукової програми

(підпис)

Катерина СЕГІДА

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету геології, географії, рекреації і туризму

Протокол від «26» серпня 2024 року № 7

Голова науково-методичної комісії
факультету геології, географії, рекреації і туризму

(підпис)

Олександр ЖЕМЕРОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Тривимірне (3D) моделювання міського середовища» складена відповідно до освітньо-наукової програми «Географія» підготовки докторів філософії за напрямом 10 – Природничі науки, спеціальності 106. Географія.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання дисципліни **Тривимірне моделювання міського середовища** є формування цілісного розуміння принципів тривимірного подання міського середовища та набуття навичок роботи з програмним забезпеченням, що підтримує 3D проєкти просторово-координованої інформації. У рамках курсу аспіранти здобудуть практичні вміння зі створення, відображення, обробки та виведення тривимірних сцен міського середовища певного географічного екстенту. Ці сцени включатимуть структурований набір графічних та атрибутивних даних, що складаються з первинної та похідної суспільно-географічної інформації.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

- поглибити знання та навички, отримані у попередніх курсах та спецкурсах бакалаврського та магістерського рівнів, щодо складових геоінформаційних технологій, які відносяться до геоінформаційного моделювання та просторового аналізу природного довкілля та соціумі;
 - введення та вивчення даних у програмному забезпеченні *Spatial Analyst* та *ArcGIS 3D Analyst*;
 - збереження, геообробка, візуалізація та аналіз 3D даних у програмних середовищах пакетів *City Change Management* та *UrbanGeo*;
 - редагування атрибутів об'єктів міського середовища у відповідному програмному забезпеченні;
 - створення просторових об'єктів – семантичних сутностей міського середовища;
 - робота із топографічними поверхнями – урбанізованим рельєфом;
 - робота із растровими та векторними даними шляхом покладання їх на поверхні і, таким чином, надання, наприклад, векторним об'єктам значення висоти;
 - зміна властивостей 3D-шарів, використовуючи властивість об'єктів відбивати тіні або властивість прозорості об'єктів; використання розтягнення рельєфу по вертикалі, систему координат та екстент сцени, а також її освітлення;
- поглибити знання повноформатних геоінформаційних платформ, зокрема, платформу *ArcGIS* та її три ключових програмних компоненти (*ArcMap*, *ArcCatalog*, *ArcEditor*) на прикладі застосування вказаних компонентів для цілей створення переумов роботи з даними 3D і створення шарів з властивостями тривимірного перегляду;
- отримати знання та розвинути навички щодо спеціалізованого програмного продукту компанії *ESRI* - пакету тривимірного моделювання міського середовища, який є настільним додатком *City Engine*; опанувати навички підтримки даним програмним продуктом файлової бази геоданих на підставі знань та вмінь, отриманих у попередньому аспірантському курсі *Робота з Базами Геоданих у суспільній географії*;
- Розвинути вміння та навички щодо роботи з програмними продуктами компанії *EOS Data Analytics*, які стосуються моделювання різнорангових міст: десктопний додаток, клієнт-серверне застосування; он-лайн сервіс ГІС-орієнтованого геопорталу, що об'єднує різні шари растрових та векторних карт.

1.3. Кількість кредитів – 6

1.4. Загальна кількість годин – 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	2-й
Семестр	
4 -й	2-й
Лекції	
14 год.	4 год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	8 год.
Лабораторні заняття	
Самостійна робота, у тому числі	
150 год.	168 год.
Індивідуальні завдання	
немає	

1.5. Заплановані результати навчання – формування компетентностей

У результаті вивчення дисципліни здобувачі отримують знання, вміння та навички – формуєть компетентності:

Отримують здатність виконувати висококваліфіковану професійну діяльність через набуття *знань* про сучасні ГІС-засоби роботи з географічною інформацією, одними з яких є засоби 3D-моделювання, та *вмінь та навичок* побудови і редагування змісту баз геоданих (інтегральна компетентність):

➤ **СК04.** Здатність до наукової аргументації, володіння системним науковим світоглядом, застосовувати сучасні методи географічних та міждисциплінарних досліджень, інформаційні та комунікаційні технології, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій діяльності.

➤ **СК06.** Здатність використовувати географічні інформаційні технології для вирішення експериментальних і практичних завдань у галузі професійної діяльності, аналітичні можливості сучасних геоінформаційних засобів, результатів картографічного моделювання, зокрема – тривимірного моделювання урбаністичних сцен.

➤ налаштування поведінки просторових об'єктів у базах геоданих для створення і підтримування високоякісної географічної інформації для її подальшого аналізу і син тези (**ЗК01**);

➤ загальні правила огляду даних в програмному забезпеченні *3D ArcGIS Analyst*; типи і підтипи суспільно-географічних даних щодо міського середовища (**СК06**);

➤ уміння працювати із змодельованими через відповідне програмне забезпечення просторовими дискретними сутностями міського середовища та їх атрибутивною інформацією; впроваджувати 3D візуалізацію як-то створення нової сцени, додання тривимірної графіки до

сцени, визначення 3D властивостей растрових та векторних шарів; опанування навичками базових прийомів анімації у *ArcScene* як-то створення анімацій груп шарів щодо певного географічного екстену міського середовища; **(ЗК05)**;

➤ зміст концепції топології щодо карт глобального покриття, які відбивають тривимірні моделі **(СК01)**;

➤ знання про сучасні ГІС-засоби побудови і редагування тривимірних сцен міського середовища; опанують навички створення тривимірних моделей поверхонь, у тому числі – через різні прийоми інтерполяції; отримують знання та навички що управління суспільно-географічними 3D даними на підставі програмного забезпечення *ArcScene* та *ArcCatalog*, зокрема, щодо створення нових класів 3D об'єктів; щодо відображення поверхонь у 3D; впровадження правил перевірки зв'язків і відношень у геометричній і в топологічній мережах **(СК04)**;

➤ знання та навички щодо різнорівневих алгоритмів 3D-моделювання та розуміння навігації у тривимірному просторі Сцени, як змодельованої та візуалізованої у певному географічному екстені частини міського простору, що надається користувачеві програмного забезпечення для перегляду та для необхідних аналітично-синтетичних дослідницьких процедур **(СК06)**;

➤ опанування операційних навичок роботи із іншим програмним забезпеченням, яке має на увазі тривимірне моделювання та класифікацію векторних об'єктів: *AutoCAD*; *3D Max*, *SketchUp*, тут мається на увазі робота з різними типами 3D моделей, 3D робоча область, інтерфейс редактору 3D-моделювання, управління інструментами малювання та модифікації **(СК06)**.

У якості програмних результатів вивчення дисципліни студенти отримують у загально предметному аспекті наступні результати навчання – вміння та навички:

РН03. Формулювати і перевіряти гіпотези, використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментально-прикладних досліджень, наявні літературні дані з метою розв'язання значущих наукових та науково-прикладних проблем географії, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників.

РН05. Використовувати сучасні інформаційні та комунікаційні технології, спеціалізоване програмне забезпечення при проведенні наукових досліджень та в освітній діяльності.

РН09. Застосовувати методи математичного і геоінформаційного аналізу та моделювання сучасного стану та прогнозування змін геосистем

У вузько предметному аспекті студенти набудуть вмінь та навичок працювати з атрибутивною інформацією у ГІС **(РН01)**;

впроваджувати технології введення просторових даних та користуватися базовими ГІС-платформами **(РН05)**;

застосовувати прийоми подання інформації в ГІС та використовувати Інструмент Нарису для редагування і створення нових об'єктів у базі геоданих, як і створювати нові об'єкти через інші засоби, які надає база геоданих **(РН09)**;

створювати 3D сцени різних урбаністичних конфігурацій **(РН09)**;

створювати топологію карти і використовувати Редактор Топології при співвідношенні двох граничних об'єктів **(РН05)**.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Вступ до тривимірного моделювання через ГІС-засоби та системи САПР (системи автоматизованого проектування).

Тема 1.1. Зміст загального тривимірного картографування, яке впроваджується через геообробку даних дистанційного лазерного сканування міста. 3D-картографування як засіб створення моделей довкілля та соціуму для ефективного управління. Задачі картографічного аналізу міської території за тривимірними моделями на підставі обробки даних дистанційного лідарного зондування. 3D-аналіз території через моделі, вигляд яких є аналогічним вигляду їх природних аналогів, що дозволяє отримувати будь-яку релевантну інформацію будь-якому користувачеві. 3D-комп'ютерні моделі як реалістична альтернатива моделям матеріальним. Тривимірні моделі Міського Середовища через геоінформаційні платформи і додатки: ГІС-платформи дають можливість змінювати способи подання даних, що є головним для тривимірного моделювання. Лідарні дані – головне джерело інформації для урбаністичних досліджень.

Тема 1.2. Ключова функціональність програмного забезпечення щодо тривимірного моделювання, аналізу та візуалізації. Геопортали та карти глобального покриття як онлайн сервіси щодо надання різноманітної 3D-геопросторової інформації та хмарні системи керування відповідними веб-базами геоданих. ГІС-орієнтовані геопортали та пошукові сервіси з функціями ГІС. 3D-моделі генераторів ландшафтів, редакторів тривимірної графіки і програм для ландшафтного дизайну. Удосконалення моделей у процедурах Автоматизованого Виокремлення Забудов. Комплексна обробка даних лідарної повітряної та наземної з'йомки для 3D моделювання. Високوپолігональні 3D моделі забудов у інтерфейсі веб-ГІС застосування. Низькополігональні моделі забудов у передмістях та у сільській місцевості. Комплексна обробка LiDAR-даних для 3D-моделювання.

Тема 1.3. Робота з повноформатними ГІС-платформами щодо тривимірного моделювання. 3D-аналіз поверхонь: розрахунок ухилів, експозиції схилів, аналіз видимості. Відтінення 3D-поверхонь у Сцені. Перекласифікування даних. Перетворення растрів, «гридів» та триангуляційних мереж у векторні об'єкти для подальшого моделювання міського середовища (МС). Перетворення поверхонь через векторні дані. Створення різноформатних 3D-об'єктів. Моделі поверхонь. Матричні моделі поверхонь. Моделювання поверхонь да 3D-дискретних об'єктів у модулі *Vertical Mapper* ГІС-платформи *MapInfo Professional*.

Розділ 2. Тривимірне моделювання і проектування середовища різнорангових міст

Тема 2.1. Принципи моделювання, проектування і візуалізації міського середовища. Моделювання міського середовища та автоматизація процедур. Виклики щодо сучасних технологій 3D-моделювання, на які існує попит в аспекті розвитку урбанізованих територій. Концепція урбогеосистем (УГС) як онтологічних сутностей, що функціонують і розвиваються у окремому географічному екстенсі урбанізованої території. Інтернальні та екстернальні урбогеосистеми. Відтворення УГС через три модельні сутності: точкові, лінійні, та полігональні географічні об'єкти. Концептуальна алгоритмічна послідовність дослідження урбогеосистем на підставі ГІС-засобів. Аналіз вузлової структури міст екстернальної урбогеосистеми. Формалізовані моделі подання взаємодії окремих районів міста - гравітаційна модель. 3D-моделювання як теоретичне підґрунтя концепції Smart City.

Тема 2.2. 3D-візуалізація міського середовища: подання дискретних об'єктів та їх атрибутів. Ключові методи генерації 3D моделей МС. Створення нових та редагування існуючих сцен МС. Забудови, штучні споруди та урбанізований рельєф як модельні сутності. Управління

редактором та вьювером сцени. Ієрархічне моделювання МС різнорангових міст. Юз-кейзи – користувачські сценарії щодо 3D моделювання міст. *UrbanGeo* – авторське програмне забезпечення для програмне забезпечення для 3D-моделювання та аналізу урбогеосистем.

Тема 2.3. Тривимірне моделювання міста через геообробку результатів дистанційного зондування МС. Узагальнення 3D-відтворення міського середовища. Міське довкілля і урбаністичне середовище. Урбогеосистема і суспільно-географічний ландшафт як предмети 3D моделювання. Місто дистанційного зондування МС у рамках УГС-концепції. Інтеграція різноманітних даних щодо урбаністичного середовища. ГІС-інтерфейс та функціональність спеціалізованого програмного забезпечення для відтворення МС на підставі ДДЗ: супутникові знімки та лідарні дані. Відповідні клієнт-серверні та хмарні (ГІС-геопортал) застосування. Прискорення візуалізації результатів моделювання. Геопортал з локаціями 3D-моделей різнорангових міст – веб-портал, який надає доступ до предметної геоінформації через відповідні веб-сервіси. Узагальнення: Основні тренди 3D-відтворення міського середовища.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Вступ до тривимірного моделювання через ГІС-засоби та системи САПР (системи автоматизованого проектування)												
Тема 1.1. Зміст загального тривимірного картографування.	26	2	4			20	28	0	2			26
Тема 1.2. Класифікація програмного забезпечення щодо тривимірного моделювання, аналізу та візуалізації.	24	2	2			20	32	2	2			28
Тема 1.3. Робота з повноформатними ГІС-платформами щодо тривимірного моделювання.	28	2	2			24	30	0	0			30
Разом за розділом 1	78	6	8			64	90	2	4			84
Розділ 2. Тривимірне моделювання і проектування середовища різнорангових міст												
Тема 2.1. Принципи моделювання, проектування і візуалізації міського середовища.	34	2	2			30	26	0	0			26
Тема 2.2. 3D-візуалізація міського середовища: подання	34	2	2			30	28	0	0			28

дискретних об'єктів та їх атрибутів												
Тема 2.3. Тривимірне моделювання міста через геообробку результатів дистанційного зондування МС.	34	4	4			26	32	2	0			30
Разом за розділом 2	102	8	8			86	90	2	4			84
Усього годин	180	14	16			150	180	4	8			168

4. Теми практичних й семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1	Виконання простих стилізованих проектів 3D-моделювання у програмному пакеті <i>Autodesk 3D Max</i> , вивчення функціональних можливостей, інтерфейсу та інструментів цього програмного додатку	1	0,5
2	Робота з Комплексом 3D аналізу ГІС-Карта: Створення та редагування проектів міського середовища та накладання текстур у інтерфейсі ГІС-платформи <i>ГІС-Карта</i>	1	0,5
3.	Робота з модулем 3D-моделювання <i>City Change Management (CCM)</i> ГІС-платформи <i>IGMAP</i> Створення та редагування проектів міського середовища по різних тайлах м. Вашингтон, округ Колумбія, США	2	1
4.	Робота з Бібліотекою 3D-моделювання <i>OSM Buildings</i> щодо наповнення тривимірними об'єктами міського середовища Карт Глобального Покриття <i>Open Street Maps</i>	2	1
5.	Початок роботи з програмним забезпеченням <i>3D Analyst</i> ГІС-платформи <i>ArcGIS</i> : відображення зображення на поверхні рельєфу; перегляд радарного знімку у перегляд радарного знімку у 3D Сцени	1	-
6.	Побудова моделі TIN для подання урбанізованого рельєфу	1	-
7.	Виконання первинного проекту моделювання інтернальної урбогеосистеми великого міста засобами ГІС-платформи <i>ArcGIS</i>	1	1
8.	Моделювання міського середовища через програмне забезпечення <i>City Change Management</i>	1	1
9.	Порівняння функціональних можливостей відтворення міського середовища через <i>ArcScene – 3D Analyst</i> , <i>CityEngine</i> та спеціалізоване програмне забезпечення компанії <i>EOS Data Analytics</i>	2	1
10.	3D-візуалізація міських забудов та споруд: управління відображенням поверхонь і псевдовекторних сутностей через зміну властивостей Сцени	2	1

11.	Тривимірне моделювання масованого урбанізованого середовища через функціональні можливості ГІС-орієнтованого геопорталу за допомогою засобів <i>MapBox</i>	2	1
	Разом	16	8

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	
1	Перегляд та Створення стилізованих 3D-проектів у різних програмних середовищах: Перегляд та класифікація 3D моделей забудов у Глобальному Переглядачі <i>Google Earth Pro</i> . Реалізація 3D моделей подання графічних даних через впровадження основних методів збору картографічних даних для таких моделей із їх подальшим алгоритмічним процесінгом кінцевим користувачем. Вивчення можливостей такого моделювання у відкритих ГІС (<i>QGIS</i> , <i>GRASS</i> із модулем <i>NVIZ</i> ; <i>GvGIS</i>)	60	46
2	Застосування функцій тривимірного перегляду додатку до ГІС <i>MapInfo Professional</i> програмного забезпечення <i>Vertical Mapper</i>. Виконання спеціалізованого проекту оптимізації розміщення веж стільникового зв'язку у пакеті 3D-моделювання <i>Vertical Mapper</i>: моделювання надскладних топографічних поверхонь значної території міських забудов через <i>IDW</i> -інтерполяцію. Додавання до Сцени векторних шарів об'єктів – веж. Розрахунок оптимальних локацій через аналіз різнопланових перешкод	40	38
3	Побудова і аналіз масованого урбанізованого середовища через веб-додаток та ГІС-орієнтовані Геопортали (на підставі перегляду матеріалів веб-інару із 3D-моделювання). Робота зі Студією <i>MapBox</i>: Пошук відкритих ресурсів із ДДЗ-інформацією про міське середовище. Аналіз і систематизація зібраної інформації та створення банку ідей на основі зібраної та проаналізованої інформації. Постановка завдання та створення плану реалізації різноманітних проектів середовища різнорангових урбанізованих територій. Вибір моделей подання векторних сутностей, атрибутивної інформації, та топографічної основи сцен різнорангових та різномасштабних міст.	50	84
	Разом	150	168

6. Індивідуальні завдання

Немає

7. Методи контролю

Лекційний метод, методи практичних занять із програмним та апаратним забезпеченням, застосування технічних засобів навчання та мультимедійних матеріалів, методи активізації участі аспірантів на практичних заняттях, інтерактивні співбесіди і опитування.

8. Схема нарахування балів – приклад для заліку, шкала і критерії оцінювання навчальних досягнень аспірантів з дисципліни «Тривимірне моделювання міського середовища»

Для заліку

Поточний контроль та самостійна робота		
Розділ 1		
T1.1	T1.2	T 1.3
10	10	10
5	5	5

T1, T2 ... T12 – теми розділів

Поточний контроль та самостійна робота			Разом	Залік	Сума
Розділ 2					100 50
T 2.1	T 2.2	T 2.3			
10	10	10			
5	5	5			

T2.1, T2.2 ... T2.4 – теми розділів

Поточна успішність оцінюється через перевірку аудиторних індивідуальних завдань, інтерактивне опитування на лекціях та практичних заняттях, комп'ютерне тестування на *проміжному тестовому контролі (ПТК)*, комп'ютерне тестування на *вихідному тестовому контролі (ВТК)*. ПТК та ВТК є одно форматними, кожний складається з відповідей на два теоретичні питання і виконання трьох практичних завдань із 1) редагування ГІС-об'єктів та 2) побудови БГД.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	Для заліку (4-й семестр)
90 – 100	зараховано
70-89	
50-69	
1-49	незараховано

Критерії оцінювання практичних робіт за дисципліною Тривимірне моделювання міського середовища:

Розробка тривимірних моделей міського середовища:

Оцінка здатності аспіранта розробляти тривимірні моделі міського середовища згідно завдання.

Використання спеціалізованих програм і інструментів для моделювання:

Оцінка вміння використовувати спеціалізовані програми та інструменти для тривимірного моделювання.

Аналіз та візуалізація тривимірних моделей:

Оцінка навичок аналізу та візуалізації тривимірних моделей для вирішення завдань міського середовища.

Інтеграція геоданих та параметрів міського середовища:

Оцінка здатності аспіранта інтегрувати геодані та інші параметри міського середовища в моделі.

Документація та звітність:

Оцінка наявності та якості технічної документації до практичних робіт та звіту про виконану роботу.

Критерії оцінювання захисту самостійних робіт:

Зміст і структура презентації:

- Оцінка чіткості та логічності структури презентації роботи.
- Включення всіх необхідних складових: вступ, методологія, результати, висновки, рекомендації.

Викладення матеріалу та обґрунтування рішень:

Оцінка якості викладення теоретичних та практичних аспектів роботи та обґрунтування вибраних рішень.

Відповіді на питання та обговорення:

Оцінка якості відповідей на питання членів комісії та обговорення результатів дослідження.

Застосування тривимірних моделей у контексті міського середовища:

Оцінка здатності аспіранта застосовувати тривимірні моделі для аналізу та прийняття рішень у міському середовищі.

Загальне враження та наукова цінність:

Оцінка загального враження від захисту роботи та її наукової цінності для міської географії.

Обґрунтування розподілу балів («розбаловки») щодо окремих видів поточної успішності для курсу Тривимірне моделювання:

1. Точність моделювання (Ваговий коефіцієнт: 0.4):

- Оцінює, наскільки добре студент відтворив реальні аспекти міського середовища у своїй моделі.
- Оцінка від 1 до 10, де 10 - дуже точна модель, а 1 - низька точність.

2. Креативність (Ваговий коефіцієнт: 0.3):

- Оцінює, наскільки студент застосував новаторські підходи та ідеї у своїй моделі.
- Оцінка від 1 до 10, де 10 - дуже креативна робота, а 1 - низька креативність.

3. Обсяг роботи (Ваговий коефіцієнт: 0.2):

- Оцінює, наскільки детально і великою мірою охоплена територія в міському середовищі.
- Оцінка від 1 до 10, де 10 - великий обсяг роботи, а 1 - малий обсяг.

4. Використання інструментів (Ваговий коефіцієнт: 0.1):

- Оцінює, наскільки студент ефективно використовував програмні інструменти для моделювання.
- Оцінка від 1 до 10, де 10 - відмінне використання інструментів, а 1 - обмежене використання.

5. Знання теорії (Ваговий коефіцієнт: 0.1):

- Оцінює розуміння студентом теоретичних понять та методології, пов'язаних з тривимірним моделюванням міського середовища.
- Оцінка від 1 до 10, де 10 - високий рівень знань теорії, а 1 - низький рівень.

Після того, як кожен студент буде оцінений за кожним із цих критеріїв, їх оцінки будуть помножені на відповідні вагові коефіцієнти, і загальний бал для кожного студента буде розрахований на основі цих вагових коефіцієнтів.

9. Рекомендована література

Основна:

1. *Костріков С.В.* Практикум із створення ГІС-карт, просторового аналізу і геообробки на повноформатних ГІС-платформах (на прикладі *ArcGIS 10.2* і *QGIS 3.16*): Навчально-методичний посібник для студентів вишів / С. В. Костріков, Д. С. Серьогін, К. О. Кравченко. – Харків: Вид-во ХНУ, 2023. – 460 с.
2. *Костріков С.В., Сегіда К.Ю.* Теоретична і прикладна геоінформатика. Навчальний посібник для студентів університетів. – Харків: вид-во ХНУ, 2016. – 592 с.
3. *Костріков С.В.* Геоінформаційне моделювання природно-антропогенного довкілля / С. Костріков. – Харків: Вид-во ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2014. – 483 с.
4. *Світличний О.О.* Основи геоінформатики: навч. посіб. / Світличний О.О., Плотницький С.В. – Суми: Університетська книга, 2006. – 296 с.
5. *Домаскіна М.А., Тихонова Т.В.* Тривимірне моделювання. Вибірковий модуль. Київ: Ранок, 2020ю 176 стор.

Допоміжна:

6. *Костріков С.В.* Інформаційні технології в територіальному менеджменті. Навчально-методичний посібник / С. Костріков. - Харків: РВВ ХНУ, 2015. – 56 с
7. *Костріков С.В., Чуєв О.С.* Робота з базами геоданих у суспільній географії. - Харків . - Харків: РВВ ХНУ, 2016. – 80 с.
8. *Vasin, Yu.G.* Development of Interactive Virtual Models of the Urban Landscape of the Historical Center of Nizhni Novgorod / Yu.G. Vasin, M.P. Osipov, T.N. Tomchinskaya // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2011. – Vol. 21(2). – P. 351-353.
9. *Kim, D.* Using 3D GIS simulation for urban design / D. Kim, I. Bejleri // ESRI Users conference, 2005. – P. 1-14.
10. *Bourdakis, V.* Low Tech Approach to 3D Urban Modeling / V. Bourdakos // Architecture in Computro [26th eCAADe Conference Proceedings], Antwerpen, Belgium, 2008. – P. 959-964.
11. *Carrozzino, M.* Urban procedural modeling for real-time rendering / M. Carrozzino, F. Tecchia, M. Bergamasco [Electronic resource]. – Access mode: http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/5-W1/pdf/carrozzino_et_al_2.pdf.
12. *Rautenbach, V.* Evaluating procedural modeling for 3D models of informal settlements in urban design activities / V. Rautenbach, Y. Bevis, S. Coetzee, C. Combrinck // South African Journal of Science (SAJS). – 2015. – Vol. 111(11/12). – P. 11-10.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті

<https://learn.arcgis.com/en/projects/get-started-with-arcgis-online/>
<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/map/web-maps-and-services/using-arcgis-online-in-desktop.htm>
<https://sovzond.ru/company/sites/>
<http://gistech.ru/index.php/ru/istochniki/sajty-o-gis>
<http://www.gisa.ru/>
<http://gis-lab.info/docs/grass/tutorial60/index.html>

<http://gis-lab.info/qa/gvsig.html>
<http://grass.osgeo.org>
<http://maps.google.com>
<http://machinery.ascon.ru/software/tasks/?prcid=6#e6>
<http://ru.wikipedia.org/wiki/Digitals>
http://ru.wikipedia.org/wiki/Google_Maps
http://ru.wikipedia.org/wiki/Google_Earth
<http://www.allkrim.ru>
<http://www.credo-dialogue.com>
<http://www.gardener.ru>
http://www.gisinfo.ru/products/map2005_lin.htm
http://www.injgeo.ru/rus/srv_lscan.html
<http://www.kai.com.ua/nc/products/k-mine.html>
<http://www.kurskmap.ru>
<http://www.mircyber.ru>