

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Кафедра соціально-економічної географії і регіоналістики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи
Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ



2021 р.

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

рівень вищої освіти доктор філософії
галузь знань 10 – Природничі науки
спеціальність 103. Науки про Землю
освітня програма Економічна та соціальна географія
вид дисципліни за вибором
факультет геології, географії, рекреації і туризму

2021 / 2022

навчальний рік

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

« 7 » серпня 2021 року, протокол № 4

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Сергій Васильович КОСТРИКОВ, д. геогр. н., професор, професор кафедри соціально-економічної географії і регіоназнавства

Програму схвалено на засіданні кафедри соціально-економічної географії і регіоназнавства

Протокол № 9 від « 7 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри


(підпис)

Людмила НЕМЕЦЬ
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-наукової програми 103. Науки про Землю (рівень PhD)

Гарант освітньо-наукової програми


(підпис)

Віліна ПЕРЕСАДЬКО
(прізвище та ініціали)

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

Протокол № 6 від « 7 » серпня 2021 р.

Голова науково-методичної комісії


(підпис)

Олександр ЖЕМЕРОВ
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Тривимірне (3D) моделювання міського середовища» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії за напрямом 10 – Природничі науки спеціальності 103. Науки про Землю.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання є створення цілісної системи уявлень щодо тривимірного подання міського середовища; формування вмінь та навичок роботи в інтерфейсі програмного забезпечення, яке підтримує 3D проекти просторово-координованої інформації. Досягнення мети курсу передбачає набуття аспірантами практичних навичок роботи з програмними засобами, які забезпечують побудову, відображення, обробку і вивід тривимірної сцени певного географічного екстену урбанізованого середовища. Цій сцені буде притаманна певна графічна та атрибутивна інформація, яка має бути структурованим набором як первинних, так і похідних суспільно-географічних даних.

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	
3, 4 -й	3, 4-й
Лекції	
15 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	
39 год.	8 год.
Лабораторні заняття	
Самостійна робота, у тому числі	
126 год.	164 год.
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання – формування компетентностей

У результаті вивчення дисципліни аспіранти набудуть програмних результатів навчання:

- оволодіння передовими концептуальними та методологічними знанням в науках про Землю та на межі предметних галузей, а також дослідницькими навичками достатніми для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання знань та/або інновацій;
- уміння планувати та виконувати прикладні та/або теоретичні дослідження в предметних галузях наук про Землю та дотичних міждисциплінарних напрямків, критично аналізувати результати власних наукових та/або прикладних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми;
- навички застосування сучасних інструментів і технологій пошуку, обробки та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та геоінформаційні системи;
- знання, розуміння та уміння практично застосовувати у власних дослідженнях властивості та особливості формування, розвитку і функціонування природних та суспільних геосистем, механізми взаємозв'язків у системі «природа – населення – господарство»; основні принципи географічного, системного, синергетичного, інформаційного, історичного підходів до вирішення конкретних завдань у галузі наук про Землю;
- оволодіння методами і методиками просторового, системного, статистичного аналізу, моделювання і прогнозування у галузі наук про Землю, сучасними інформаційними технологіями та програмними засобами, методами та прийомами картографічного та ГІС-аналізу у галузі наук про Землю;

- 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; щодо різнорівневих алгоритмів 3D-моделювання та розуміння навігації у тривимірному просторі Сцени, як змодельованої та візуалізованої у певному географічному екстенді частини міського простору, що надається користувачеві програмного забезпечення для перегляду та для необхідних аналітично-синтетичних дослідницьких процедур;
- 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 екстенду міського середовища; окрім вмінь роботи із вже визначеними ГІС-засобами передбачається 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.

У результаті вивчення дисципліни аспіранти набудуть загальних компетентностей: здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, здатність працювати в міжнародному контексті.

У результаті вивчення дисципліни аспіранти набудуть фахових компетентностей: Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у Науках про Землю та дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з Наук про Землю та суміжних галузей; здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англомовних наукових текстів за напрямом досліджень; здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій, навчальній та дослідницькій діяльності; здатність дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності; уміння обробляти отримані експериментальні дані, встановлювати аналітичні і статистичні залежності між ними і шуканими параметрами, давати прогностні та ретроспективні оцінки розвитку процесів і явищ що протікають в земних оболонках; уміння аналізувати і оцінювати еколого-економічні та ландшафтно-геохімічні наслідки антропогенного впливу на природне середовище, визначення його екологічно безпечних змін та засобів представлення; здатність використовувати набуті навички з аналізу карт для отримання нової інформації про довкілля, уміння давати комплексну географічну оцінку території за результатами аналізу карт, формувати образ природного та антропогенного середовища та прогнозувати розвиток ситуацій, які протікають у земних оболонках; уміння використовувати теоретичні знання та практичні навички суспільно-географічного моделювання й прогнозування об'єктів і процесів у їхній взаємодії з природними оболонками Землі.

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. Високополігональні 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 екстенті 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. Уп-

равління редактором та вьювером сцени. Ієрархічне моделювання МС різнорангових міст. Юз-кейзи – користувачькі 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.	28	3	5			20	28	1	1			26
Тема 1.2. Класифікація програмного забезпечення щодо тривимірного моделювання, аналізу та візуалізації.	29	3	6			20	29	1	1			27
Тема 1.3. Робота з повноформатними ГІС-платформами щодо тривимірного моделювання.	33	3	6			24	33	2	2			29
Разом за розділом 1	90	9	17			64		4	4			82
Розділ 2. Тривимірне моделювання і проектування середовища різнорангових міст												
Тема 2.1. Принципи моделювання, проектування і візуалізації міського середовища.	28	2	6			20	28	2	1			25
Тема 2.2. 3D-візуалізація міського середовища: подання дискретних об'єктів та їх атрибутів	28	2	6			20	28	1	1			26

Тема 2.3. Тривимірне моделювання міста через геообробку результатів дистанційного зондування МС.	34	2	10			22	34	1	2			31
Разом за розділом 2	90	6	22			62	90	4	4			82
Усього годин	180	15	39			126	180	8	8			164

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
1	Виконання простих стилізованих проектів 3D-моделювання у програмному пакеті <i>Autodesk 3D Max</i> , вивчення функціональних можливостей, інтерфейсу та інструментів цього програмного додатку	3	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>	3	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	8	2
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>	8	2
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 Сцені	3	1
6.	Побудова моделі TIN для подання урбанізованого рельєфу	2	1
7.	Виконання первинного проекту моделювання інтернальної урбогеосистеми великого міста засобами ГІС-платформи <i>ArcGIS</i>	3	1
8.	Моделювання міського середовища через програмне забезпечення <i>City Change Management</i>	3	1
9.	Порівняння функціональних можливостей відтворення міського середовища через <i>ArcScene – 3D Analyst, CityEngine</i> та спеціалізоване програмне забезпечення компанії <i>EOS Data Analytics</i>	3	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	6	1

	засобів <i>MapBox</i>		
	Разом	39	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, GRASS</i> із модулем <i>NVIZ; GvGIS</i>)	36	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	30	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.	60	80
	Разом	126	164

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

Для заліку (1й семестр)

Поточний контроль та самостійна робота			Разом	Залік	Сума
Розділ 1					
T1.1	T1.2	T 1.3	50	50	100
15	15	20			

T1, T2 ... T12 – теми розділів

Для екзамену (2-й семестр)

Поточний контроль та самостійна робота			Разом	Іспит	Сума
Розділ 2					
T 2.1	T 2.2	T 2.3	60	40	100
20	20	20			

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 (3й семестр)	Для екзамену (4й семестр)
90 – 100	зараховано	відмінно
70-89		добре
50-69		задовільно

1-49	незараховано	незадовільно
------	--------------	--------------

9. Рекомендована література

Основна:

1. *Костриков С.В., Сегіда К.Ю.* Теоретична і прикладна геоінформатика. Навчальний посібник для студентів університетів. – Харків: вид-во ХНУ, 2016. – 592 с.
2. *Бережной В.А., Костриков С.В.* Работа в среде ГИС-платформы *ArcGIS*. Компьютерный практикум / В.А. Бережной, С.В. Костриков. – Харьков, 2015. – 81 с.
3. *Зейлер М.* Моделирование Нашего Мира. Пособие ESRI по проектированию баз геоданных / М. Зейлер. – Киев: ECOMM Co, 2004. – 254 с.
4. *Костриков С.В.* Геоінформаційне моделювання природно-антропогенного довкілля / С. Костриков. – Харків: Вид-во ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2014. – 483 с.
5. *Світличний О.О.* Основи геоінформатики: навч. посіб. / Світличний О.О., Плотницький С.В. – Суми: Університетська книга, 2006. – 296 с.
6. *Бутц Б., Шанер Дж.* *ArcGIS Desktop II: Инструменты и функциональность. Лекции и упражнения* / Б.Бутц, Дж. Шанер. – ESRI Press. Перевод ООО ДАТА+. – Москва: Изд-во ООО ДАТА+, 2011. – 697 с.
7. *ESRI. ArcGIS 3D Analyst. Russian version.* М., Data+. – 2009. – 243 с/
8. *Петелин А. Ю.* 3D-моделирование в *Google SketchUp* – от простого к сложному. М: ДМК Пресс, 2014. – 344с.
9. *Котлярова Е.В., Дворников Ю.Я.* Принципы проектирования городской архитектурной среды: учебное пособие. – Ростов н/ Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – 93 с.

Допоміжна:

10. *Бережной В.А., Костриков С.В.* Работа в среде ГИС-платформы *MAPINFO*. Компьютерный практикум / В.А. Бережной, С.В. Костриков. – Харьков, 2015. – 108 с.
11. *Костриков С.В.* Інформаційні технології в територіальному менеджменті. Навчально-методичний посібник / С. Костриков. - Харків: РВВ ХНУ, 2015. – 56 с
12. *Костриков С.В., Чуєв О.С.* Работа з базами геоданих у суспільній географії. - Харків . - Харків: РВВ ХНУ, 2016. – 80 с.
13. *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.
14. *Kim, D.* Using 3D GIS simulation for urban design / D. Kim, I. Bejleri // ESRI Users conference, 2005. – P. 1-14.
15. *Bourdakis, V.* Low Tech Approach to 3D Urban Modeling / V. Bourdakakis // Architecture in Computro [26th eCAADe Conference Proceedings], Antwerpen, Belgium, 2008. – P. 959-964.
16. *Основные стратегии* создания 3D моделей городов. GisLab. Географические информационные системы и дистанционное зондирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/3dcities.html>.
17. *ArcReview:* Трехмерное моделирование и фотореалистичная визуализация городских территорий. Datarplus. Геоинформационные системы для бизнеса и общества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.datarplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=2244>.

18. *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_etal_2.pdf.
19. *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/ru/projects/get-started-with-arcgis-online/>
<http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/map/web-maps-and-services/using-arcgis-online-in-desktop.htm>
<https://sovzond.ru/company/sites/>
<http://gistechnik.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>