КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет геоінформаційних систем та управління територіями

Кафедра геоінформатики і фотограмметрії

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавра

на тему:

«Розрахунок об'єму просторових тіл на основі застосування геоінформаційних технологій»

Виконав**:** студент IV курсу, групи ГСТ-41

за напрямком підготовки

19 «Архітектура і будівництво»

193 «Геодезія та землеустрій»

Яцківський Я.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник доц., Патракеєв І.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент:_____

(прізвище та ініціали)

Київ – 2021

Д О В І Д К А

про перевірку на плагіат

Назва диплому: «Розрахунок об’єму просторових тіл на основі застосування геоінформаційних технологій»

Автор (и): Яцківський Ярослав Антонович

Обсяг твору: 56.

Програмний засіб перевірки на плагіат: Anti-Plagiarism

Результати перевірки на плагіат (рівень оригінальності у відсотках):

Загальний висновок:

Відповідальна особа

Доц. каф. ГІФ **Зіборов В.В.**

Результати підтверджую

Зав.кафедри ГІФ **Карпінський Ю.О.**

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: Геоінформаційних систем і управління територіями

Кафедра: Геоінформатики і фотограмметрії

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Напрям підготовки: 19 «Архітектура і будівництво»

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

Спеціалізація: Геоінформаційні системи і технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

проф., д.т.н.

Карпінський Ю. О

_____

(підпис)

“____” _____ року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Яцківський Ярослав Антонович

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи):«Розрахунок об’єму просторових тіл на основі застосування геоінформаційних технологій»

Керівник проекту (роботи) доц., **Патракеєв Ігор Михайлович**

(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ 24 ” 12 2020 року №2174/2

2. Строк подання студентом проекту (роботи)

_____

3. Вихідні дані до проекту (роботи): Результати технічного обстеження Основ’янського озера в 1974 році в масштабі 1: 2000

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

ВСТУП

Розділ 1 Використання 3D моделей для обчислення об’ємних характеристик просторових об’єктів

1.1 Аналіз сучасних інформаційних технологій для обчислення об’ємних характеристик просторових об’єктів

1.2 Використання геоінформаційних технологій для кількісної оцінки об’ємних характеристик просторових об’єктів

1.3 Загальна характеристика Основ’янського водосховища м.Харкова. Постановка задачі дослідження

Розділ 2 Підготовка вихідних даних для обчислення об’ємних характеристик Основ’янського водосховища по даним проб грунту

2.1 Характеристика вхідних даних

2.2Логічна структура цифрової моделі рельєфу

Розділ 3 Обчислення об’ємних характеристик Основ’янського водосховища на основі застосування геоінформаціних технологій

3.1Побудова тривимірної моделі об’єму піску Основ’янського кар’єру

3.2Просторова модель просторового тіла об’ємно-масової характеристики піску Основ’янського кар’єру

3.3Оцінювання об’ємно-масових характеристик піску Основ’янського кар’єру та прогнозування його продуктивності

ВИСНОВОК

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Додатки

4. Перелік графічного матеріалу

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ	**Максимова Ю.С.**		

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Вступ		
1.1	Аналіз сучасних інформаційних технологій для обчислення об’ємних характеристик просторових об’єктів	4.03.2021	
1.2	Використання геоінформаційних технологій для кількісної оцінки об’ємних характеристик просторових об’єктів	4.03.2021	
1.3	Загальна характеристика Основ’янського водосховища м.Харкова. Постановка задачі дослідження	4.03.2021	
2.1	Характеристика вхідних даних	28.04.2021	

2.2	Логічна структура цифрової моделі рельєфу	28.04.2021	
3.1	Побудова тривимірної моделі об’єму піску Основ’янського кар’єру	28.05.2021	
3.2	Просторова модель просторового тіла об’ємно-масової характеристики піску Основ’янського кар’єру	28.05.2021	
3.3	Оцінювання об’ємно-масових характеристик піску Основ’янського кар’єру та прогнозування його продуктивності	28.05.2021	

Студент _____ Яцківський Я.А.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) ____ доц., Патракеєв І.М

(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Одним із основних об'єктів дослідження для геоінформатики виступає рельєф. В процесі вивчення земної поверхні виникає завдання побудови зручним для машинної обробки і в той же час коректної цифрової моделі рельєфу.

Цифрова модель рельєфу є певним набором структурованих даних: набори точок (координати висотних відміток – локальних екстремумів і інших характерних точок рельєфу), набори структурних ліній різного типу – характерні лінії земної поверхні. Наприклад, берегові лінії річок, краї ущелин , ярів, ізолінії і так далі. Дані, що включаються в цифрову модель рельєфу, обробляються і структуруються на основі геодезичних вимірів або векторизації географічних карт. Цифрова модель дозволяє отримувати інформацію як для аналізу поверхні так і для побудови різних схем і планів місцевості.

Основною вимогою до ЦМР є її коректність. Оскільки модель будується автоматично на основі вихідних даних, її коректність практично повністю залежить від правильного задання цих даних.

Вихідні дані для побудови ЦМР – це набори висотних відміток, ізоліній (горизонталей) і тривимірних структурних ліній (3D-ліній) поверхні рельєфу. Будь-яка лінія – це ламана, яка задається набором вузлових точок. Для кожної висотної відмітки і кожної ізолінії має бути задана висота. Дані отримують за допомогою векторизації існуючих картографічних матеріалів, дистанційних і польових вимірів.

Для спрощення обробки робоча область зазвичай ділиться на прямокутні ділянки, що не перетинаються.

Важливим завданням на початковому етапі побудови ЦМР є попередня обробка вихідних даних з метою корегування їх в межах, що не спотворюють реальних параметрів модельованого рельєфу.

При обробці даних виникає необхідність побудови якоїсь структури яка об'єднуватиме непов’язані дані про висотні відмітки і структурні лінії. Такою структурою є сітка, побудована за допомогою тріангуляції. Зокрема тріангуляції Делоне з обмеженнями. Ця сітка дозволяє за допомогою просторових трикутників представити ділянки поверхні і об'єднати всі точки вихідних даних в єдину структуру, наближаючи тим самим модель до реальності і полегшуючи обробку.

Дипломна робота присвячена дослідженню питань побудови технології обчислення обємів просторових тіл в середовищі ARCGIS з використанням розширення 3D ANALYST .

РОЗДІЛ 1 ВИКОРИСТАННЯ 3d МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ОБ’ЄМНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОСТОРОВИХ ОБ’ЄКТІВ

1.1 Аналіз сучасних інформаційних технологій для обчислення об’ємних характеристик просторових об’єктів

Моделювання рельєфу, його аналіз і вивчення по побудованих моделях поступово стають невід'ємною частиною досліджень в науках про Землю

(геологія, тектоніка, гідрологія, океанологія, кліматологія і так далі), в екології, земельному кадастрі і інженерних проектах. Комп'ютерна обробка просторових даних знаходить широке вживання при аналізі поширення ділянок забруднень, в моделюванні родовищ, а також в багатьох проектах по розвитку територій.

Початок досліджень в цій області був покладений ще в XIX столітті роботами Олександра фон Гумбольдта (Alexander von Humboldt) і слідуючими роботами інших німецьких вчених-географів. Сьогодні подібним моделюванням є поєднання наук про Землю, геоінформатика і геостатистика. Наприклад, на Заході воно відоме як кількісний аналіз рельєфу (quantitative terrain analysis), геоморфометрія (geomorphometry) або кількісна геоморфологія.

Комп'ютерна обробка масивів даних по території і цифрові моделі рельєфу породили цілу революцію і в корені змінили підхід до двох основних функцій моделювання - топографічного аналізу і візуалізації. Створені слідом за цим геоінформаційні системи і технології пішли ще далі в цьому напрямі надавши можливість поєднувати результати моделювання і нетопографічні тематичні дані.

Основою для представлення даних для ГІС в автоматизованій картографії є цифрові моделі. Під цифровою моделлю (ЦМ) географічного об'єкту розуміється певна форма представлення вихідних даних і спосіб їх структурного опису, що дозволяє «обчислювати» (відновлювати) об'єкт шляхом інтерполяції, апроксимації або екстраполяції [3]. Відносно рельєфу така модель називатиметься цифровою моделлю рельєфу (ЦМР).

Існує два кардинально різних способи отримання моделей рельєфу. Перший спосіб – це методи дистанційного зондування (ДЗ) і фотограмметрія, де існує багато напрацювань, методик і точність результатів є задовільною. Сучасні труднощі вживання першого методу пов'язані з недостатнім розвитком національних і регіональних баз даних, з високою ціною на програмне

забезпечення світового рівня, дорожчанням відносно застарілих і недоступністю новітніх радарних і космічних знімків. Тому, більшість користувачів вимушена як джерело для створення ЦМР використовувати топографічні карти.

Другий спосіб - побудова моделей рельєфу шляхом інтерполяції оцифрованих ізоліній з топографічних карт. Цей підхід також не новий, має свої сильні і слабкі сторони. З недоліків можна назвати трудомісткість і деколи недостатньо задовільну точність моделювання.

Варто згадати моделі, представлені у вигляді TIN та побудовані на основі тріангуляції Делоне. Як приклад можна привести роботу Р. Латтуада і Дж. Рейпера [4]. Такі моделі використовуються в проектах дослідницькою групою GeoFrance3D [5]. Окрім цього, моделі TIN можуть використовуватися при генерації додаткових даних при їх недостатній кількості для інтерполяції. Приклад подібної техніки представлений в роботі Д. Хейцингера и Х. Кагера [6] про отримання коректних ЦМР з використанням оцифрованих ізоліній. Перевагою тріангуляційної моделі є те, що в ній немає жодних перетворень вихідних даних. З одного боку, це не дає використовувати такі моделі для детального аналізу, але, з іншого боку, дослідник завжди знає, що в цій моделі немає жодних запозичених помилок, якими вирізняються моделі, отримані при використанні інших методів інтерполяції.

Моделі, отримані при інтерполяції такими методами, як, наприклад, сплайн або кригінг є безперервною матрицею даних, яка може бути піддана ретельнішому аналізу. Найбільш цікавими і фундаментальними в цій області нам представляються роботи М. Хатчинсона [7], Дж. Вуда [8] і П. Суаля [9]. У цих роботах розглядаються не лише питання аналізу моделей рельєфу, але також обговорюються варіанти отримання так званих «топографічно коректних» моделей рельєфу і використання растрових даних як вихідні матеріали. У

сучасній літературі питання, пов'язані із способами моделювання і оцінкою точності отриманих моделей є слабо освітленими.

1.2 Використання геоінформаційних технологій для кількісної оцінки об’ємних характеристик просторових об’єктів

Цифрова модель рельєфу – це засіб цифрового представлення тривимірних просторових об'єктів (поверхонь, рельєфів) у вигляді сукупності висотних відміток (відміток глибин) і іншими значеннями аплікат (координат Z) у вузлах регулярної мережі, нерегулярній трикутній мережі або як сукупність записів горизонталей (ізогіпс, ізобат) або інших ізоліній.» [1]. Як видно з визначення, ЦМР будується на основі висотних відміток і структурних ліній. Ці лінії представлені набором висотних відміток. Відповідно, на початковому етапі побудови ЦМР ми маємо вхідні дані у вигляді (у загальному випадку) неупорядоченого, нерегулярного набору висотних відміток. Для повнішого віддзеркалення в моделі рельєфу земної поверхні, а також для впорядкування самої моделі очевидно необхідна деяка структура, об'єднуюча всі вихідні дані. Ця структура є сіткою, побудованою на основі вихідних даних. Вузлами сітки є зняті з поверхні або розрахункові висотні відмітки, а іншим елементом є площина, що моделює ділянки земної поверхні [2]. Існує два підходи до побудови сітки:

- на основі регулярного набору висотних відміток

- на основі нерегулярного набору висотних відміток

При використанні першого підходу будується прямокутна сітка, що не завжди задовольняє необхідним в моделі земного рельєфу вимогам і досить неточно представляє поверхню в загальному випадку. Її використання дуже

сильно спотворює реальні дані або приводить до дуже великого об'єму інформації, що зберігається. Відповідно підходить такий метод лише для спрощених моделей, що не вимагають високої точності представлення рельєфу.

Використання другого підходу має на увазі побудову сітки з трикутними елементами за допомогою механізму тріангуляції, зокрема тріангуляції Делоне [3]. Трикутна сітка надає значно більше простору для відображенні рельєфу і не накладає обмеження регулярності на вихідні набори висотних відміток. Цей підхід представляється найбільш підходящим для побудови коректної моделі рельєфу, в більшій мірі тієї, що задовільняє необхідним вимогам.

При побудові ЦМР використовуються вихідні дані. Зазвичай цими даними є набори висотних відміток. Ці набори включають набори одинарних висотних відміток – деякі характерні точки рельєфу, або просто висотні відмітки, узяті з деякою щільністю. Крім того, зазвичай особливо виділяються структурні лінії рельєфу, які представляються окремими наборами висотних відміток, що входять в дану лінію.

Проблема обробки даних які задають структурні лінії, виникає через те, що вони зазвичай мають безліч недоліків, пов'язаних із способом їх зняття з реального рельєфу. В результаті, при побудові моделі рельєфу виявляється, що порушена топологічна коректність рельєфу (наприклад, перетин або самоперетин ізоліній) або в заданих структурних лініях визначено надто багато висотних відміток, які не несуть інформації, але затрудняють побудову моделі і приводять до порушення топологічної коректності. Або навпаки містять дуже мало висотних відміток, що приводить до некорректної інтерпретації цих ліній в моделі і як наслідок їх некорректного відображення. В результаті вищесказаного виникає необхідність попередньої обробки ліній, яка полягає у визначенні допустимої області розташування заданої структурної лінії в моделі, що будується (побудова коридорів допустимого розташування) та подальшої

побудови усередині цієї області структурної лінії, яка задовольнятиме всім необхідним в моделі вимогам.

1.3 Загальна характеристика Основ'янського водосховища м.Харкова. Постановка задачі дослідження

Метою даної роботи є розробка методики просторового моделювання поверхонь, зокрема рельєфу стандартними засобами ГІС і, як результат, побудова коректної моделі рельєфу району дослідження для обчислення об'ємів просторових тіл на прикладі Основ`янского піщаного кар'єру. Для досягнення поставлених завдань і цілей вирішувались наступні завдання:

1. Рішення задачі інтерполяції і підбір адекватного алгоритму засобами ГІС;

2. Розробка технології введення додаткових даних в зонах з низькою їх щільністю;

3. Якісна і кількісна верифікація результатів моделювання;

4. Побудова методики обчислення об'ємних характеристик просторових об'єктів.

Основою для побудови ЦМР, таким чином, став набір нерегулярно розташованих точок. Виникає питання, який метод моделювання вибрати, щоб побудована модель в максимальній мірі відповідала вихідному матеріалу? Поверхня, побудована методами тріангуляції, буде не згладженою, а матиме вигляд граней. Для цілей морфотектонічного аналізу найбільш поширена модель у вигляді регулярної матриці висот, оскільки вона забезпечує більше

можливостей для подальшого аналізу. Модель, що поєднує в собі тріангуляцію і регулярну матрицю, має свої переваги – така модель дозволяє закладати так звані злами поверхні (breaks, barriers) при інтерполяції вихідних даних. Як злами в разі моделі рельєфу можуть виступати обриви і інші характерні форми рельєфу. Безумовно, було б цікаво імплементувати такі елементи в моделі рельєфу, але поєднання тріангуляції і регулярної матриці в одній моделі не підтримується в більшості ГІС.

ГІС дозволяє будувати інтерполяційні поверхні наступними методами:

1. Метод зворотних зважених відстаней (Inverse Distance Weighted Interpolation);

2. Крігинг (Kriging Interpolation);

3.Сплайн (Spline Interpolation, Trend Surface Interpolation);

Аналіз моделей, отриманих різними методами, показав, що в нашому випадку найбільш перспективним виявилося вживання методу Сплайн.

РОЗДІЛ 2 ПІДГОТОВКА ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ОБ'ЄМНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСНОВ'ЯНСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ПО ДАНИМ ПРОБ ГРУНТУ

2.1Характеристика вхідних даних

Завдання створення моделі рельєфу конкретної ділянки місцевості властиве багатьом розділам науки і техніки, таким, як: цифрова фотограмметрія, авіаційна навігація, геологія, 3d-моделювання, комп'ютерна ігрова індустрія та ін.

Часто на дану ділянку можна знайти вже готові цифрові карти необхідного масштабу, що містять інформацію про рельєф у вигляді ізоліній, висот, відміток урізів води і тому подібне. Взагалі кажучи, така карта вже є деякою моделлю рельєфу, проте вона мало пристосована для подальшого машинного використання. Її необхідно перетворити у вигляд, зручний для вживання.

При побудові ЦМР використовуються вихідні дані. Зазвичай цими даними є набори висотних відміток. Ці набори включають набори одиночних висотних відміток – деякі характерні точки рельєфу, або просто висотні відмітки, узяті з деякою щільністю. Крім того, зазвичай особливо виділяються структурні лінії рельєфу, які представляються окремими наборами висотних відміток, що входять в дану лінію.

Проблема обробки даних які задають структурні лінії, виникає через те, що вони зазвичай мають безліч недоліків, пов'язаних із способом їх зняття з реального рельєфу. В результаті, при побудові моделі рельєфу виявляється, що порушена топологічна коректність рельєфу (наприклад, пересічення або самоперетин ізоліній) або в заданих структурних лініях визначено надто багато

висотних відміток, які не несуть інформації, але утрудняють побудову моделі і приводять до порушення топологічної коректності. Або навпаки містять дуже мало висотних відміток, що приводить до некоректної інтерпретації цих ліній в моделі і як наслідок їх некорректного відображення. В результаті вищесказаного виникає необхідність попередньої обробки ліній, яка полягає у визначенні допустимої області розташування заданої структурної лінії в моделі, що будується (побудова коридорів допустимого розташування). І подальшої побудови всередині цієї області структурної лінії, яка задовольнятиме всім необхідним для моделі вимогам.

В наш час набули поширення два основні види цифрових моделей: тріангуляційне і матричне представлення рельєфу. Матриця рельєфу - це регулярна двовимірна таблиця, координатний прив'язана до місцевості, у комірках якої зберігаються значення висот, або центру, або середні значення висот за площею даної комірки. Основна перевага матриці - можливість швидкого доступу до її елементів, недолік - великі об'єми що зберігаються і надлишкова інформація.

Тріангуляційна модель є мережею трикутників, що спираються своїми вершинами на нерегулярно розташовані на земній поверхні точки. Плоскість трикутників апроксимує рельєф місцевості. У багатьох випадках, особливо коли вихідні точок не багато і вони розташовані нерегулярно, дана модель описує рельєф значно краще ніж матриця, з точки зору об'ємів інформації, що зберігаються.

Не дивлячись на те, що методи тріангуляції (розбиття простору на трикутні області) розвиваються вже досить тривалий час, до теперішнього часу актуальною є розробка методів тріангуляції, оптимізованих з точки зору створення моделі рельєфу за вихідними даними типу ізоліній і висот. Щоб зрозуміти, які недоліки властиві відомим методам тріангуляції, звернемося до

прикладу.

На малюнку 1 наведений приклад тріангуляції Делоне деякої ділянки місцевості, рельєф якої заданий горизонталями (ізолініями рельєфу). Всім горизонталям в даному випадку присвоєні різні значення висот - від 100 до 300 м. Даний приклад має типове розташування горизонталей для місцевосці. Алгоритм тріангуляції Делоне не аналізує значення висот, основним його правилом є прагнення створення трикутників з рівними сторонами, звідси і випливають недоліки. Якщо на основі такої тріангуляції побудувати профіль рельєфу місцевості по лінії, відміченій на малюнку 1, то можна відмітити, що в середній його частині з'являється рівний горизонтальний майданчик.

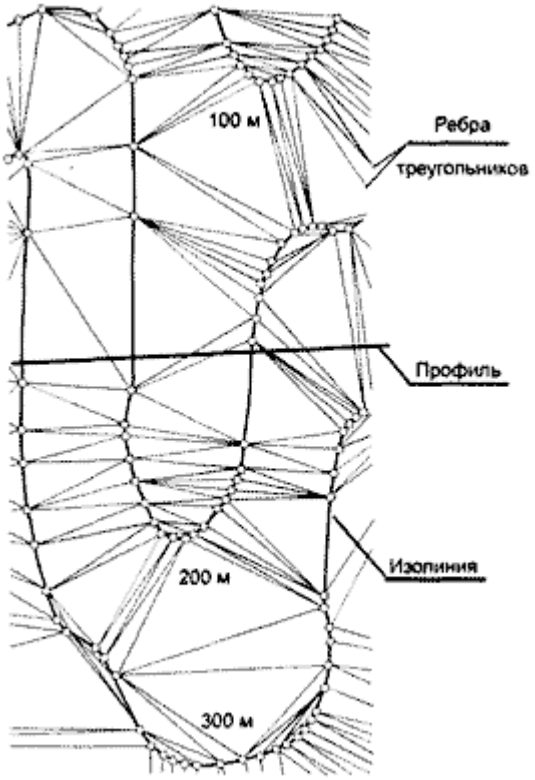


Рис 2.1 - Тріангуляція Делоне

Як вже було відмічено вище, алгоритм Делоне прагне розбити область тріангуляції на рівносторонні трикутники. На черговому кроці алгоритму до поточного ребра для утворення трикутника приєднується точка (з числа тих, що

використовуються для створення трикутника), яка задовольняє певному критерію. Цей критерій формулюється дуже просто: мінімальність радіусу описаного довкола трикутника кола. Тепер стає ясно, як слід модифікувати цей критерій. Необхідно ввести в алгоритм пріоритетність: в першу чергу, потрібно розглядати такі точки, які спільно з ребром утворюють трикутник з різними значеннями висот вершин. Якщо таких точок безліч, то для вибору оптимальної точки слід скористатися звичайним критерієм Делоне. Якщо пріоритетних точок не знайдено, то для аналізу останніх використовується такий же критерій.

2.2 Логічна структура цифрової моделі рельєфу

Логічна структура ЦМР визначається як сукупність схем і логічних записів, що описують дану ЦМР. Вона обгрунтовується концепцією і методологією моделювання. Структура може включати схеми взаємозв'язку частин ЦМР в натурі, в базі даних, схеми взаємозв'язку властивостей ЦМР і схеми побудови ЦМР. Вона містить логічні записи та інформаційну основу що вносять порядок та змістовність, інтерпретуючи значущість даних.

Фізична структура ЦМР визначається способом реалізації логічної ЦМР на конкретній технічній основі. Зокрема, вона задається форматом запису даних, що зберігаються на носіях інформації. Елементом фізичної структури ЦМР є фізичний запис.

Логічна структура ЦМР описується об'єктною моделлю даних ГІС і виконується з врахуванням особливостей геоінформаційних властивостей об'єктів, що мають координати, кількісне, якісне вираження, геометричну форму, характеристики взаєморозташування і взаємовпливу. Тому базовими є просторові атрибути геооб`єктів, які є не що інше, як геометричний опис форми

в деякому координатному просторі. Такі атрибути називають геометрією. З точки зору геометричного моделювання всі моделі підрозділяються на точкові, лінійні і полігональні. Всі об'єкти створювані в системі, в незалежності від їх типа і інформаційного наповнення належать до однієї з цих моделей.

Цифрова модель рельєфу – це, перш за все, просторовий каркас, який служить основою для вирішення ряду завдань, а тому ЦМР повинна володіти: можливостями побудови і візуалізації аналітичної тривимірної топографічної поверхні; математичним апаратом моделювання процесів в тривимірному географічному просторі.

Виходячи з цього визначення, ЦМР містить цифрову модель рельєфу (ЦМР), як необхідну платформу для безлічі об'єктів.

При вирішенні будь-яких завдань до складу географічних досліджень практично завжди входять певні фрагменти морфометричного аналізу. Отже, для того, щоб ЦМР можна було використовувати як універсальну обчислювальну основу необхідно дотримуватися всіх вимог, що висуваються при проведенні морфометричних досліджень.

Враховуючи усі вимоги ЦМР, що розробляється, повинна дозволяти будувати моделі більш високого рівня ієрархії для забезпечення функції обліку, накопичення і аналізу даних, вона повинна містити механізми для самоудосконалення під час отримання нової інформації.

ЦМР є информаційно-математичною моделлю яка об'єднує природньо-ресурсні геоінформаційні моделі територій на найнижчому природно-компонентному рівні, і включає формальний опис і представлення всіх природних елементів території.

Для вирішення поставленого завдання застосовуються методи географічної (геоморфологічні) класифікації рельєфу, мережі гідрографії. На

основі побудованої географічної класифікації виділяються і описуються основні класи природних об'єктів, їх характеристик. Для отриманої схеми класів будуються діаграма станів, що описує взаємодії і динаміку існування об'єктів, і модель процесів.

При визначенні структури класів об'єктів мережі гідрографії використовуються розгалуджені моделі представлення лінійних об'єктів, основною перевагою яких є можливість вживання рекурсивних алгоритмів обробки даних.

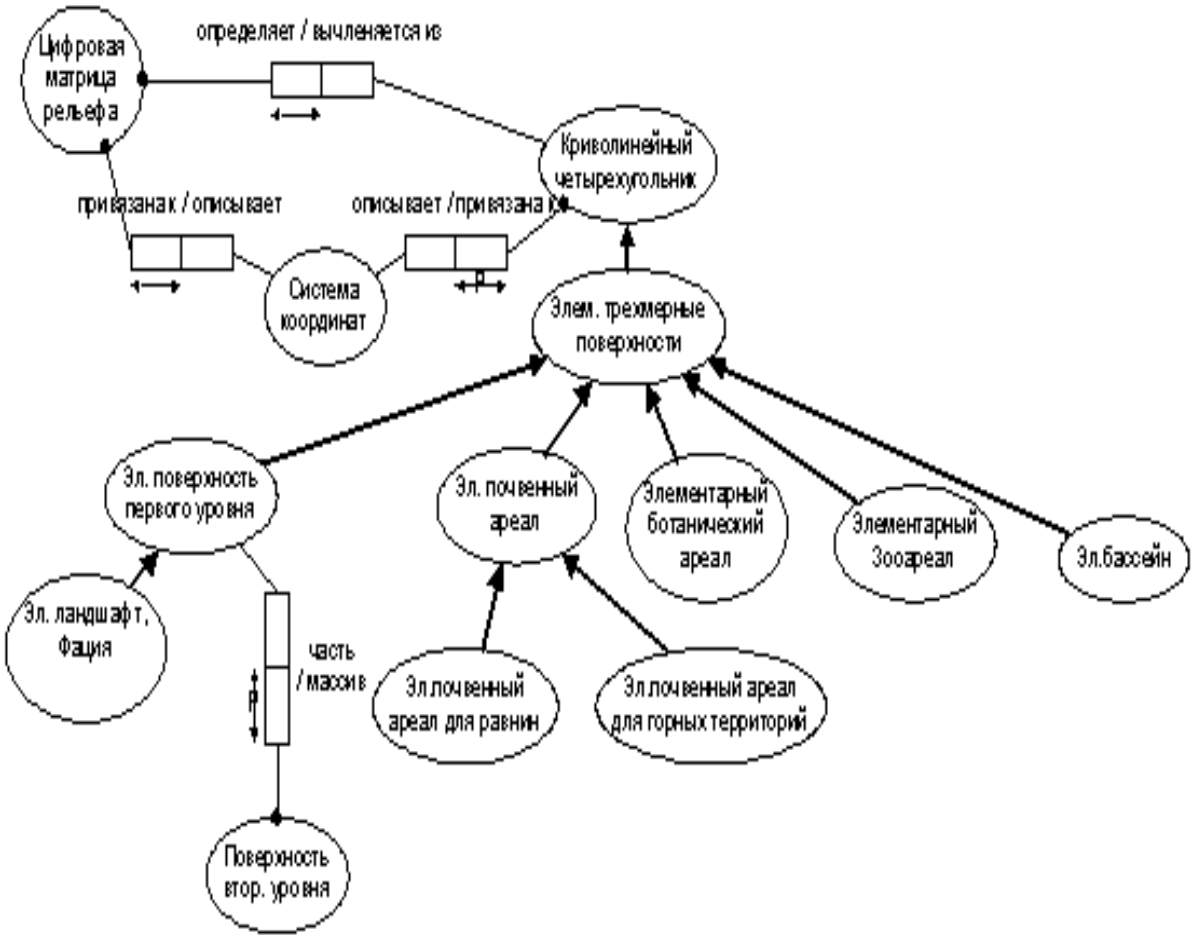


Рис 2.2 - Фрагмент схеми класів елементарної тривимірної топографічної поверхні

Для побудови схеми класів що описують об'єкти рельєфу використовується математична модель елементарної поверхні. Математична модель елементарної поверхні грунтується на використанні геоморфологічних параметрів, що є основними при описі геометричних властивостей земної поверхні.

Перераховані параметри необхідні і достатні для опису математичної моделі рельєфу. Вказані параметри також є безпосередніми геометричними характеристиками криволінійних об'єктів, що дозволяє визначати кордони

елементарних поверхонь у вигляді структурних кривих (структурних ліній рельєфу). Структурні лінії також мають свою характеристику що дозволяє класифікувати поверхні за профілем. Рельєф, описаний за допомогою таких поверхонь, візуалізується методом інтерполяції неоднорідної раціональної поверхні, визначеною B-сплайнами.

При цьому елементарна поверхня в своїй геометричній інтерпретації є нескінченно малим криволінійним чотирикутником – елементарним елементом поверхні.

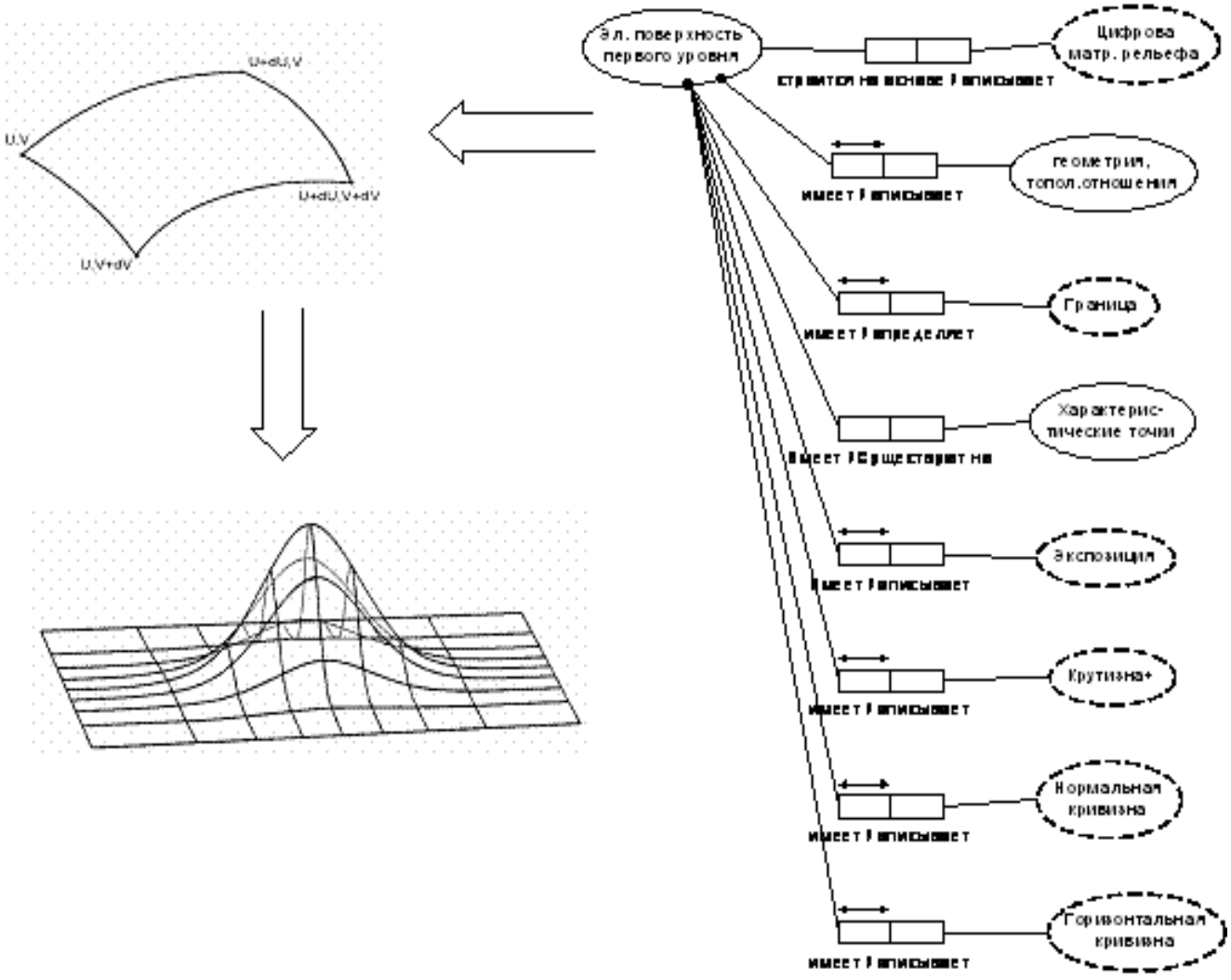


Рис 2.3 - Об'єкт «елементарна топографічна поверхня»

При проектуванні класу елементарної поверхні визначаються властивості і методи взаємодії даного об'єкту з іншими об'єктами системи. На цьому рівні геометрична і геоморфологічної концепції елементарної поверхні доповнюються концепцією інтелектуального об'єкту. В рамках цієї концепції для реалізації механізму застосовується математична модель динамічного нейрона, яка дозволяє реалізувати відразу декілька математичних операцій для вирішення різних картографічних і геоінформаційних завдань в рамках цієї моделі. Така модель дозволяє динамічно визначати властивості об’єктів залежно від різних форм рельєфу. На її основі можливий прорахунок таких параметрів як сонячна радіація, температура, опади, ерозійних процеси і так далі. Крім того, оскільки на основі нейронів може бути побудована нейронна мережа з різними властивостями, закладається можливість подальшої побудови експертного класифікатора форм рельєфу.

Оскільки, кожен водний об'єкт пов'язаний з елементарним басейном, то на базі об'єкту «річка» будується клас «басейн річки», який також представляє деревовидну структуру з вузлами, відповідними басейнам припливів. Така модель даних дозволяє визначати моделі взаємозв'язків між водотоками і фізико-географіческими характеристиками їх басейнів і зберігати/розраховувати морфометричні параметри річкової мережі і її басейну.

Обробка ЦМР служить для отримання похідних морфометричних або інших даних, включаючи обчислення кутів нахилу і експозиції схилів; аналіз видимості/невидимості; побудова тривимірних зображень; профілів поперечного перетину; оцінку форми схилів через кривизну їх поперечного і подовжнього перетину, вимірювану радіусом кривизни головного нормального перетину або її знаком, тобто випуклістю/ввігнутістю; обчислення позитивних і негативних об'ємів; генерацію ліній мережі тальвегів і вододілів, створюючих каркасну мережу рельєфу, його структурних ліній, і інших особливих точках і лініях

рельєфу: локальних мінімумів, або западин і локальних максимумів, або вершин, сідловини, бровок, ліній обривів і інших порушень "гладкості" поверхні, плоских поверхонь з нульовою крутістю; інтерполяцію висот; автоматизацію аналітичного відмивання рельєфу шляхом розрахунку схилів при вертикальному, бічному або комбінованому освітленні від одного або більше джерел.

Використовуючи теорію геометричного моделювання, необхідні морфометричні характеристики обчислюються за допомогою першої і другої квадратичних форм поверхні, що також не вимагає великої кількості обчислень при використанні рекурентних співвідношень для радіус-вектора поверхні.

В результаті отримуємо базову основу для побудови цифрової моделі місцевості такою, що володіє властивостями накопичення інформації і можливості використання накопиченої інформації для зміни своїх можливостей і адаптації до змін, тобто ресурсністю і інтелектуальністю.

РОЗДІЛ 3 ОБЧИСЛЕННЯ ОБ'ЄМНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСНОВ'ЯНСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

3.1 Побудова тривимірної моделі об'єму піску Основ'янського кар'єру

За допомогою 3D Analyst ми маємо можливість обчислення нової інформації, наприклад, отримання карт відмивання рельєфу, ізоліній, ухилу, зон видимості або експозиції схилів. Ці топографічні поверхні дають нам унікальну можливість пов'язати наші дані з реальним рельєфом місцевості і прослідкувати, як зміни цих поверхонь впливатимуть на дані. Комбінації карт, що відображають рельєф місцевості з нашими даними дає більш реалістичну картину території, що цікавить нас, що у свою чергу дозволяє виконувати точний аналіз в рамках поставлених завдань. Ми можемо застосовувати прозорість різних шарів даних, щоб бачити всі дані одночасно, що може забезпечити високу ефективність і наглядність карти. Ми можемо, наприклад, безпосередньо спостерігати, де висота і інші зміни в рельєфі впливають на якесь конкретне явище.

Ухил

Ухил визначає максимальну швидкість зміни висоти від кожного елементу місцевості до сусідніх. Результуючий растровий набір даних ухилів обчислюється або у відсотках (наприклад, 10% ухил) або в градусах (45° ухил). Аналітик ГІС може використовувати дані про ухил, щоб оцінити області, найбільш схильні до стоків при паводку.

Експозиція схилів

Експозиція визначає напрям максимального ухилу від кожного вічка до сусідніх. Значення результуючого растрового набору даних представляють компасні напрями експозиції. Експозиція схилів важлива при визначенні

сонячного освітлення території. Карти експозиції можуть допомогти, наприклад, в знаходженні ділянок оптимального вирощування сільськогосподарських культур.

Відмивання рельєфу місцевості Основ'янского водосховища

Відмивання рельєфу використовується для визначення гіпотетичної освітленості поверхні для аналізу або для графічного відображення. В цілях аналізу відмивання застосовується для визначення період часу і інтенсивності сонячного освітлення в даному місці. Якщо відмивання рельєфу використовується для графічного відображення, воно може значно поліпшити зображення рельєфу по верхні.

Ізолінії

Функція побудови ізоліній створює результуючий набір даних поліліній. Значення кожної лінії представляє всі сусідні місця розташування з тим же значенням висоти, величини або концентрації, або іншого параметра, представленого у вхідному наборі даних. Функція не поєднує центри елементів, вона інтерполює лінію, що представляє місця розташування з однаковим значенням. Створення ізоліній – це ефективний спосіб ідентифікації місць з однаковим значенням якого-небудь параметра. Ізолінії корисні також при представленні поверхні, оскільки вони дозволяють візуалізувати плоскі і круті ділянки поверхні по відстані між ізолініями. По ним можна також визначати гребені і долини.

Кривизна (направлений потік кутів)

Кривизна вимірює ухил поверхні. При цьому обчислюється друга похідна по вхідному растровому набору даних – ухил від ухилу. Результат обчислення кривизни може бути використаний при описі фізичних характеристик поверхні, таких як процеси ерозії витоку. Ухил визначає загальну швидкість низхідного руху, а експозиція – напрям потоку. Профільна кривизна представляє форму

поверхні у напрямі ухилу. Платформова кривизна представляє форму поверхні, перпендикулярної напряму ухилу

Площа і об'єм

Обчислюється площа тривимірної поверхні рельєфу або об'єм між поверхнею і площиною на заданій висоті.

Профіль

Створюється графік профілю для візуалізації і вимірювання висоти уздовж вибраних ліній. Графіки профілю використовуються, наприклад, для оцінки важкості проходження гірської стежки або оцінки коридору лінії залізниці.

Створення поверхні

Як правило, неможливо з економічних міркуваннях набрати опорні точки для кожного значення, що зустрічається на території яка вивчається. Отже, необхідністю при виконанні досліджень є побудова неперервної поверхні, що інтерполює ці значення. Модуль ARCGIS 3D Analyst надає набір функцій для виконання просторової інтерполяції, дозволяючи користувачеві отримувати результати для територій з бракуючими або частково втраченими даними. Наприклад, ми можемо використовувати точки, отримані за допомогою системи глобального позиціювання (GPS), для інтерполяції поверхні висот місцевості. 3D Analyst може також будувати моделі TIN для високоточного моделювання невеликих областей.

3.2Просторова модель просторового тіла об’ємно-масової характеристики піску Основ’янського кар’єру

Інтерполяція – це процес прогнозування значень для тих місць розташування, де немає виміряних значень, з використанням достовірних величин, отриманих для інших точок. Модуль ARCGIS 3D Analyst включає наступні

методи інтерполяції:

Сплайн

Сплайн розраховує значення з використанням математичної функції, яка мінімізує загальну кривизну поверхні і будує згладжену поверхню, що проходить точно через вихідні опорні точки.

Метод оберненозважених відстаней (ОЗВ)

Метод оберненозважених відстаней розраховує значення вічок шляхом усереднення значень в опорних точках, що знаходяться в околиці кожного елементу. Чим ближче точка до центру, значення якого обчислюється, тим більший вплив, або вагу, вона має в процесі усереднення. Цей метод передбачає, що вплив змінної, що картографується, зменшується зі збільшенням відстані від опорної точки.

Метод природного оточення

Як і ОЗВ, цей метод інтерполяції грунтується на зваженому усередненні значень. Проте, замість обчислення значення на підставі значень всіх точок, оберненозважених по відстані до них, при інтерполяції будується тріангуляція Делоне (Delauney Triangulation) по вхідних точках, обираються найближчі вузли, які формують опуклу оболонку довкола інтерпольованої точки, а потім їх значенням присвоюється вага яка є пропорційною площі.

Метод кригінга (Ординарний кригінг, загальний кригінг)

Крігинг базується на статистичних моделях, які враховують просторову автокореляцію (статистичний взаємозв'язок між опорними точками). Обидва вживані методи кригінгу можуть бути використані для побудови поверхні інтерпольованих значень, а також для визначення достовірності або точності виконаної інтерполяції.

Ординарний крігинг

Ординарний Крігинг – це найбільш широко розповсюджений з методів Крігинга. Він заснований на припущенні, що постійне середнє значення невідоме. Це розумне припущення, якщо немає жодної причини передбачати зворотнє.

Загальний кригінг

Загальний Крігинг передбачає, що в даних є домінуюча тенденція (наприклад, пануючий вітер), і її можна змоделювати за допомогою детерміністичної поліноміальної функції. Цей поліном віднімається з вихідних значень вимірів, і автокореляція моделюється по випадкових помилках. Коли до випадкових помилок підібрана модель, перед розрахунком поліном тепер підсумовується з отриманими даними щоб вийшов адекватний результат. Універсальний Крігинг використовується в тих випадках, коли ви знаєте, що у ваших даних є певні тенденції, і ви можете привести науковий опис для їх підтвердження.

Моделі варіограми

3D Analyst надає декілька моделей варіограм для моделювання емпіричних варіограм і оптимізації створюваної поверхні по статистичній точності. Відповідна модель вибирається, виходячи з просторової автокореляції і апріорних знань про явище, що вивчається. 3D Analyst включає наступні функції для моделювання варіограм: круг, сферична, експоненціальна, Гаус і лінійна.

Дисперсія поверхні, що розраховується

3D Analyst так само дозволяє нам обчислити дисперсію поверхні, що розраховується. Це допомагає визначити області з найбільшими помилками в даних. Дисперсія карти, що розраховується, кількісно визначає статистичну невірогідність кожного розрахунку в результуючій поверхні, що розраховується, побудованій по методу крігинга. Точки, розташовані близько до опорних точок, як правило, мають нижчу дисперсію (або помилку), ніж ті, що стоять далі від

опорних точок, що означає, що чим більше дисперсія, тим вище невірогідність розрахункових (прогнозних) значень.

Моделі тріангуляційних нерегулярних мереж (TIN)

TIN представляє інший спосіб представлення поверхонь. TIN ділить поверхню на суміжні трикутники які не мають перетинів. 3D Analyst дає нам можливість створювати TIN з будь-якої комбінації точкових, лінійних і полігональних об'єктів, а також з гридів. Дані, що не включають інформацію про висоту, але, є важливими для формування поверхні (наприклад, кордон області, що вивчається), можуть також використовуватися при створенні TIN.

Ось деякі з джерел даних, які включають Z значення:

- цифрові картографічні джерела – ізолінії і точки висот
- дані дистанційного зондування – точки висот і лінії, обчислені по аэрофото, радарним, лазерним або космічним знімкам
- джерела інженерних служб – геодезичні, дані GPS та CAD
- джерела екологічних служб – дані метеостанцій
- джерела геологічних служб – дані по скважинам.

Моделі TIN використовуються для точного моделювання невеликих областей, наприклад, в інженерних застосуваннях, де вони корисні завдяки можливості обчислень планіметричних площ, площ поверхні, а також об'ємів.

За допомогою 3D Analyst ми можемо відображати TIN залежно від значень ухилу, експозиції схилів, висоти вузлів, і багато чого іншого, використовуючи для цього опції символів TIN.

Перекласифікація

Команда перекласифікації модуля ARCGIS 3D Analyst може бути використана при картографуванні будь-якого явища, щоб виділити при візуалізації деякі важливі об'єкти. Перекласифікація растру дозволяє користувачеві привласнювати растру значення, залежні від переваги, чутливості,

пріоритетності і тому подібних критеріїв. Це може бути зроблено для окремого растру (наприклад, растру типів грунтів можуть бути привласнені значення від 1 до 10, що характеризують міру схильності до ерозії) або для декількох растрів з метою створення загальної шкали значень.

Ось деякі із найбільш поширених причин перекласифікації растрів:

-Зміна значень при отриманні нової інформації

-Об'єднання в класи певних значень для їх відображення

-Об'єднання в класи певних значень для конвертації у векторний формат

-Перекласифікація значень відповідно до загальної шкали

-Установка певних значень призначення.

3D Візуалізація

ARCGIS 3D Analyst надає нам безліч методів інтерактивного перспективного перегляду, включаючи переміщення даних, їх масштабування, поворот, нахил. Реалістичні 3D сцени, що створюються за допомогою 3D Analyst легко перетворюються в анімаційні послідовності, які пезентують результати аналізу яскраво і реалістично.

При візуалізації даних в 3D відображуються структури, які приховані або є неочевидними при плоскому відображенні. Трактування даних за допомогою ізоліній або відмивання тут не є обов'язковим, оскільки ми реально бачимо крутість схилів за допомогою 3D візуалізації. Відображення в трьох вимірах інших даних, що не мають відношення до рельєфу, наприклад, даних по населенню, може бути більш виразним, ніж при 2D відображенні.

ArcScene

При підключенні модуля ARCGIS 3D Analyst до стандартних застосувань додається спеціалізоване застосування для 3D відображення даних. ArcScene дозволяє користувачеві створювати перспективні оглядові сцени, де можна управляти відображенням і взаємодіяти з даними ГІС. Ми можемо накласти векторні і растрові дані на поверхню і витягнути по висоті об'єкти з векторних

джерел даних, створюючи ефект тривимірних фігур. В застосунку ArcScene ми можемо також звертатися до інструментів 3D Analyst для створення і аналізу поверхонь.

Інтерактивний перегляд 3D даних

3D дані можна інтерактивно переглядати у в'ювері ArcScene. Перегляд може бути виконаний під будь-яким кутом шляхом обертання або повороту об'єктів у в'ювері. Користувач може управляти збільшенням або зменшенням зображення об'єктів, переміщати і здійснювати проліт над ними.

Управління освітленням

Користувач може встановити азимут і висоту джерела освітлення, змінювати контраст, використовуваний при освітленні сцени. Властивості освітлення для сцени застосовуються для всіх «надземних» об'єктів сцени (включаючи витягнуті по висоті полігони і лінії). Ми можемо також контролювати відтінення окремих шарів сцени, включаючи або вимикаючи цю властивість в діалоговому вікні властивостей.

Відтінення

Відтінення додає сцені глибину і реалізм. Ми можемо легко змінити місцеположення джерела світла, а також відключити тінь.

Відображення двовимірних зображень або векторних даних в 3D

У середовищі 3D перегляду ми можемо «нальоту» тимчасово перетворити в 3D будь-які двовимірні дані ARCGIS, включаючи шейп-файли, дані САПР, покриття ArcInfo. Таким чином, двовимірні об'єкти можуть відображатися в перспективі без створення 3D наборів даних. 3D Analyst дозволяє накласти набори даних зображень (супутникові знімки, аерофотосканування зображення різних форматів) поверх об'єктів поверхні, додаючи візуальну текстуру і зміст до картографічної тривимірної структури.

Ми можемо вибрати джерело базових висот або Z значень із слідуючих варіантів:

Поверхня - висота обчислюється, виходячи із значень поверхні гріда або TIN

Атрибут – висота обчислюється на підставі якого-небудь атрибуту, вибираного із списку числових полів таблиці.

Константа – висота задається у вигляді постійної величини.

За бажання двовимірні дані можуть бути конвертовані в 3D дані.

Витягування по висоті двовимірних об'єктів

При витягуванні в 3D в’ювері об'єкти змінюють свою форму – точки перетворюються у вертикальні лінії, лінії – у вертикальні поверхні, а полігони – в тривимірні фігури. Ми можемо задати два параметри: значення або вираження, що визначає висоту, на яку будуть витягнуті об'єкти; метод, що визначає, як застосовується операція витягування.

Приріст висоти для 3D даних

3D Analyst дозволяє задавати зміщення по висоті (приріст) для точнішого візуального відображення окремих даних використовуючи з цією метою базові висоти; або коли атрибут висоти відраховуватиметья відносно поверхні, використовуваної для завдання базових висот (наприклад, висота ліній електропередачі відносно місцевості). Значення більше нуля піднімають об'єкти над базовою висотою, значення менше нуля опускають об'єкти нижче за базову висоту.

Підтримка декількох поверхонь

Одночасно у в’ювері 3D сцени може відображатися декілька поверхонь. З врахуванням підтримки зрушень по висоті, відображення декількох поверхонь є хорошим способом зіставлення поверхонь або оцінки змін однієї поверхні в часі.

Наприклад, користувач може відображати поверхню рельєфу в комбінації з батиметричною поверхнею, щоб візуалізувати тенденції змін береговій лінії.

Масштабування сцени по висоті

Вертикальний масштаб пропорційно збільшує або зменшує висоти в сцені. Зазвичай висоти збільшують в моделях рельєфу, коли горизонтальний екстент набагато перевищує вертикальний. На коефіцієнт масштабування по висоті множаться висоти у всіх темах.

Підтримувані типи даних

ARCGIS 3D Analyst підтримує три основних типи даних для моделювання об'єктів в трьох вимірах: гріди, TIN і тривимірні векторні дані.

TIN

Тріангуляційна нерегулярна мережа – це структура даних, яка представляє безперервну поверхню через серії нерегулярно розподілених точок, чиї значення описують цю поверхню в даних точках (наприклад, значення висоти). По цих точках створюється мережа пов'язаних трикутників, що формують поверхню.

Грід

Грід є представленням реальних поверхонь у вигляді рівних квадратних одиниць, організованих по рядках і стовпцях. Для кожного елементу гріда відоме її географічне місцеположення.

Тривимірні векторні дані

Такі дані відносяться до джерел векторних даних (shp, САПР, GOB ит.д.), що мають зв'язане Z-значення, що зберігається разом з геометричною формою.

3.3 Оцінювання об’ємно-масових характеристик піску Основ’янського кар’єру та прогнозування його продуктивності

Використання ГІС для тривимірного моделювання має на меті рішення багатьох цілей і завдань, які можна умовно розділити на два напрями:

- отримання візуального 3D ефекту в результаті якого представлення тих або інших природних або техногенних процесів є наочним та очевидним;

- отримання кількісної оцінки побудованих 3D об'єктів у вигляді обчислень їх об'ємних і масових характеристик.

У даній роботі розглянутий другий напрям, причому теж в двох аспектах і з використанням практичного прикладу – рельєфу піщаного кар'єру Основ’янського водосховища, розташованого в міській межі міста Харкова.

Вихідними даними для виконання робіт були наступні :

- карти розробки кар'єру, побудовані на ізолініях виїмки видобутої породи і ізолініях проектованого виробу грунту;

- профілі свердловин, виконані з використанням технології точкового буріння для зондування надр, з дискретністю вимірів в точках через 25 м;

- таблиці вимірів в кожній точці отримані як в режимі карторгафування, так і в режимі зондування.

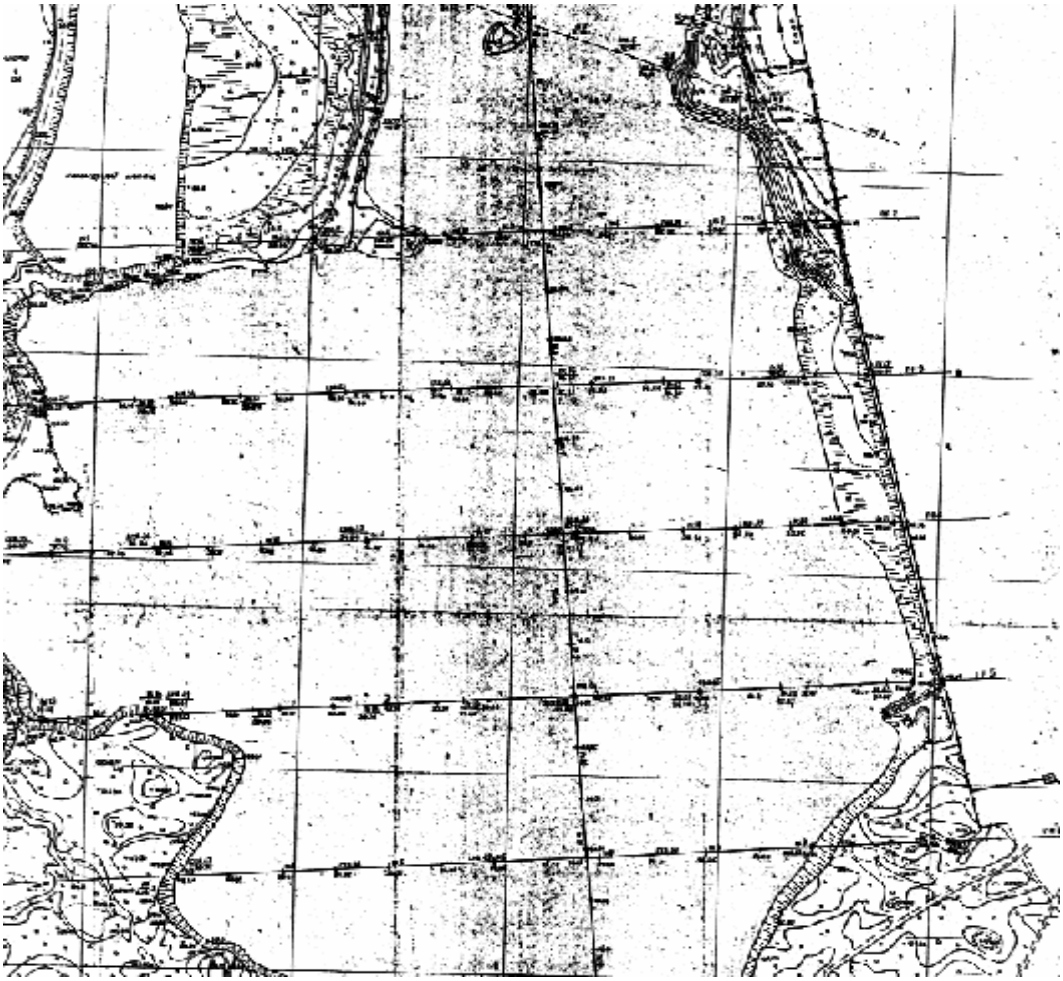


Рис 3.1 – Вихідні дані

ГІС - проект передбачав вирішення декількох завдань :

- 3D- моделювання тіла кар'єру для розрахунку об'ємів виробітку піску з проектованого кар'єру;

- прорахунок об'ємів піску, отриманих за результатами обробки даних отриманих шляхом створення свердловин.

Перше завдання виконувалося шляхом побудови двох TIN поверхонь за даними карт ізоліній для розробленої і проектної частини кар'єру. Результат цих побудов – об'ємна модель кар'єру. За допомогою інструментів ExtrudeBetween і TIN Difference, модуля 3D Analyst в ARCGIS Desktop 9.2 і використовуючи дві

TIN поверхні, а також шейп-файл-полігон верхньої поверхні кар'єру, отримуємо новий 3-х мірний об'єкт, типу MultyPatches (інструмент ExtrudeBetween) і його об'єм (інструмент TIN Difference) – Рисунок 3.

Таким чином, ми маємо можливість створити геобазу даних твердотілих тіл у використовуваному робочому просторі, з врахуванням всіх можливостей пошуку, ідентифікації, вибірки, які нам надає ARCGIS Desktop 9.2.

Для вирішення другого завдання були побудовані 2D GRD- поверхні, що показують значення свердловин на різних глибинах. На малюнку 4 показано 6 поверхонь на глибинах 10, 20, 50, 60, 70, 80 м відповідно. Весь діпазон значень розбитий на 9 градацій відповідно з категорійністю піску, які отримані за даними з еталонних ділянок. Вже на цьому етапі обробки результатів отримуємо дані, що дозволяєють скоректувати проект розробки кар'єру для продуктивнішого видобутку корисних ресурсів.

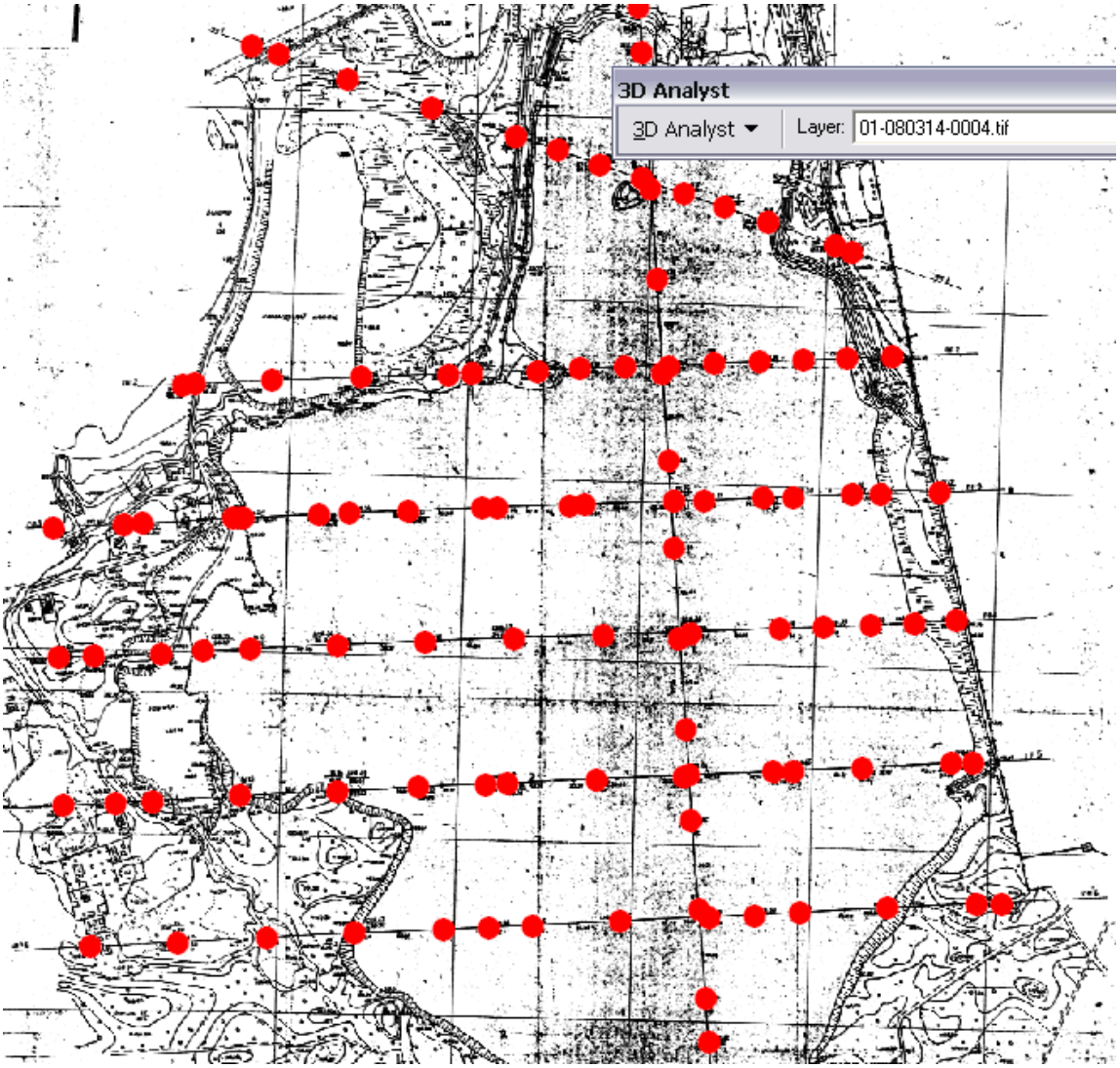


Рис 3.2 – Показані місця скважин для визначення проб грунту

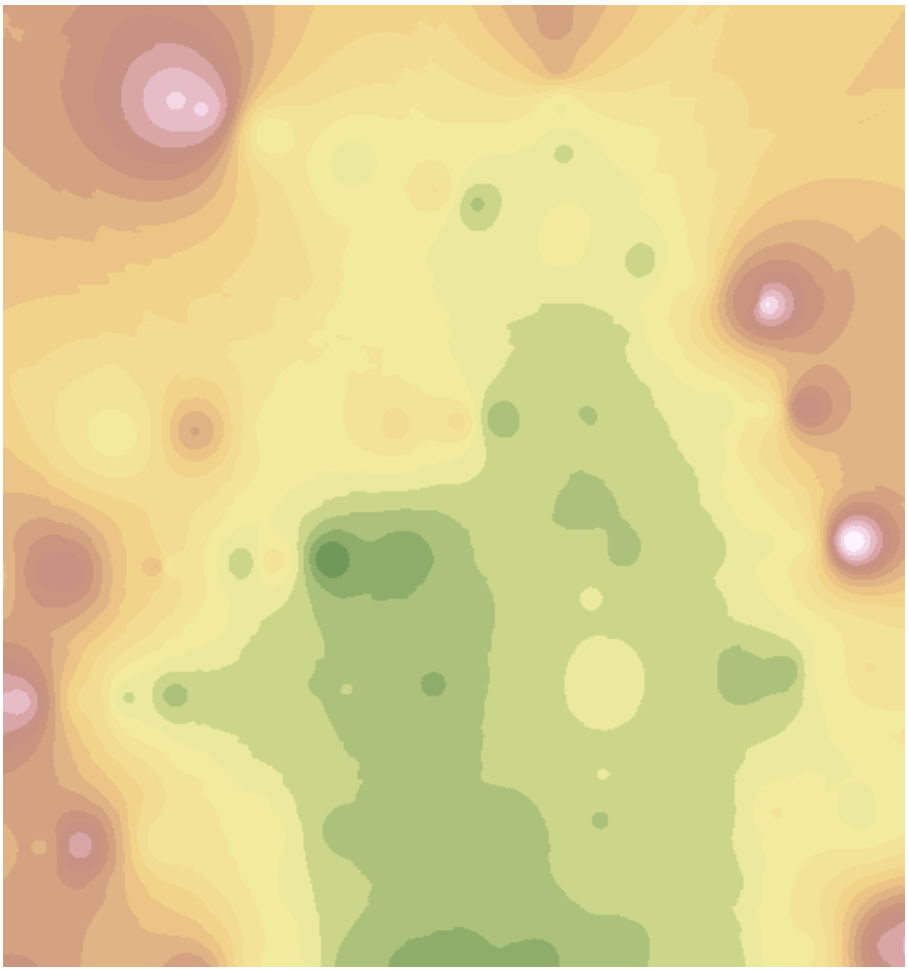


Рис 3.3 2D – GRID поверхні рельєфу на різних глибинах

Подальша ГІС – обробка проекту може йти двома шляхами залежно від типу розподілу копалини в породі - жильного або розсипного типу, а також з врахуванням виробничо-економічних чинників. В разі жильного типу необхідно з 2D –GRD поверхні кожного рівня виділити контур зовнішньою і якщо необхідно - внутрішньою кордонів полігонів вибраної градації і по ним побудувати TIN-поверхні, аналогічні поверхням трубки (тобто виділити верхню і нижню поверхні). Надалі, як було описано вище, по ним будуються твердотілі тіла і знаходяться їх об'ємні і масові характеристики. У випадку, якщо тип грунту неоднорідний, доцільно використовувати інший підхід, що дозволяє точніше

виконати кінцеве завдання. В цьому випадку будується точковий 3D-grd , а також при необхідності виконуються крос-перетин різного вигляду , що дозволяє мати повну картину досліджуваного кар’єру.

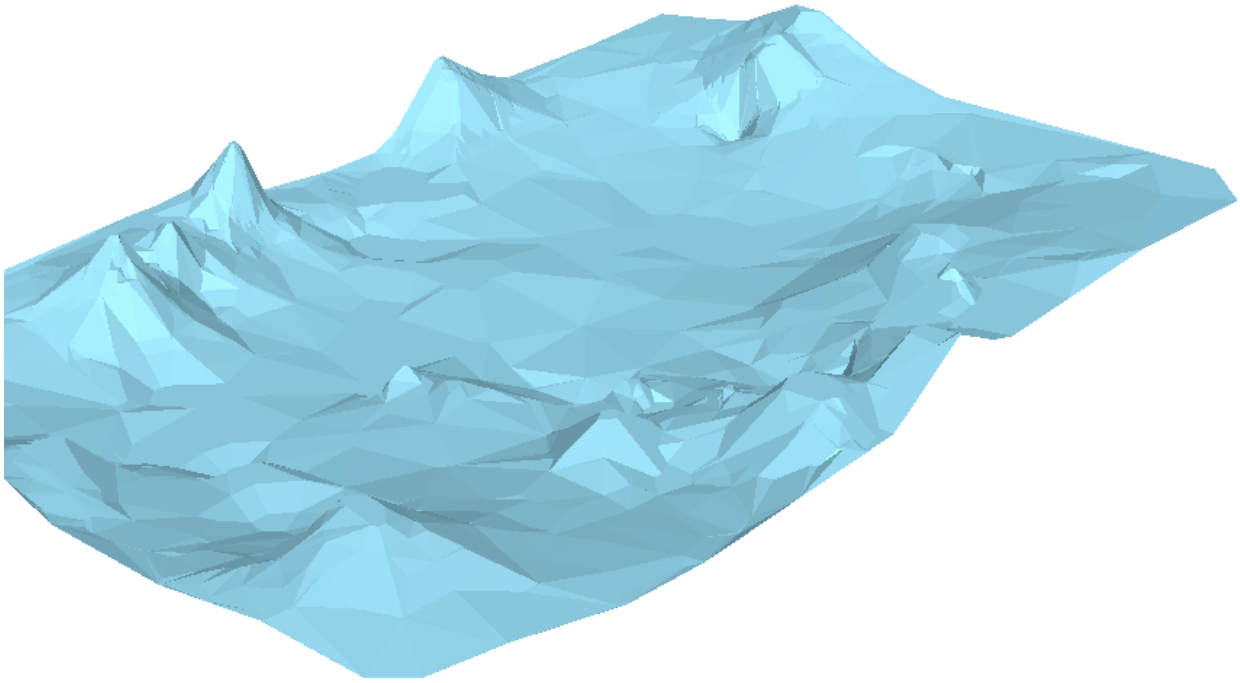


Рис 3.4 - 3D – модель дна Основ’янского піщаного кар’єру

Виконавши запит по кожній з необхідних градацій отримуємо вибірку тіл, об'ємні і масові характеристики яких ми можемо легко прорахувати.

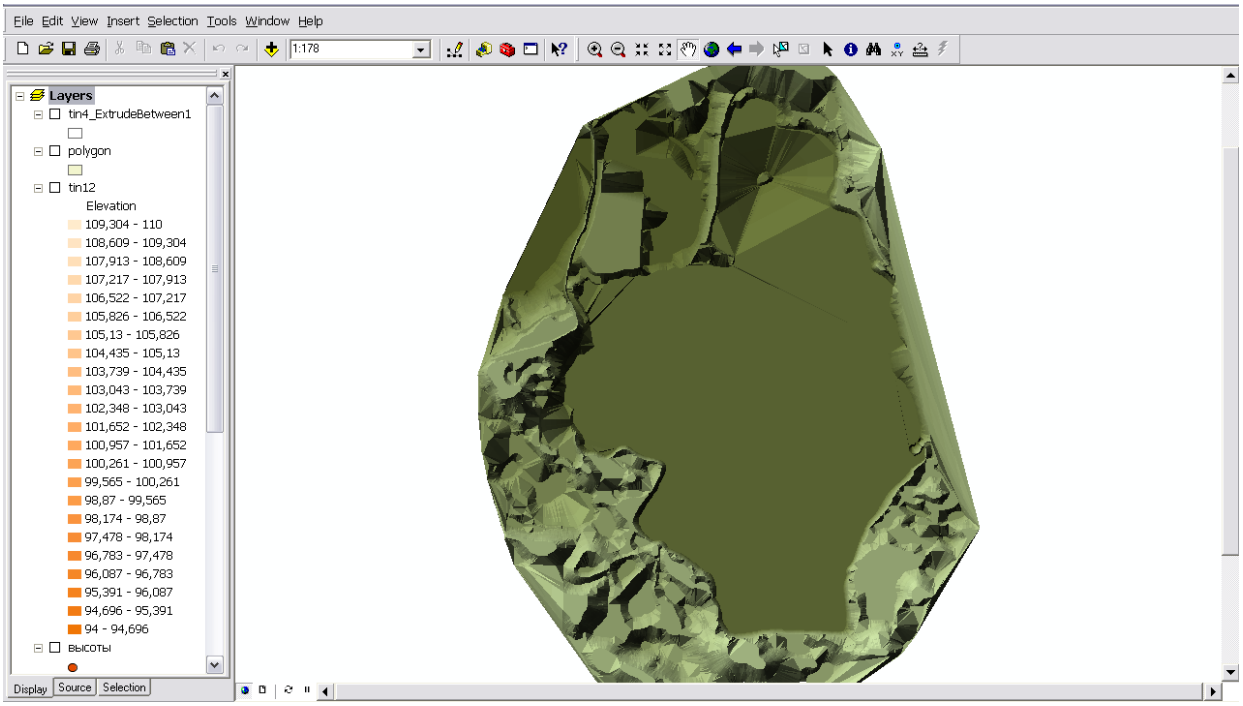


Рис 3.5 - Загальний вигляд Основ'янского водосховища

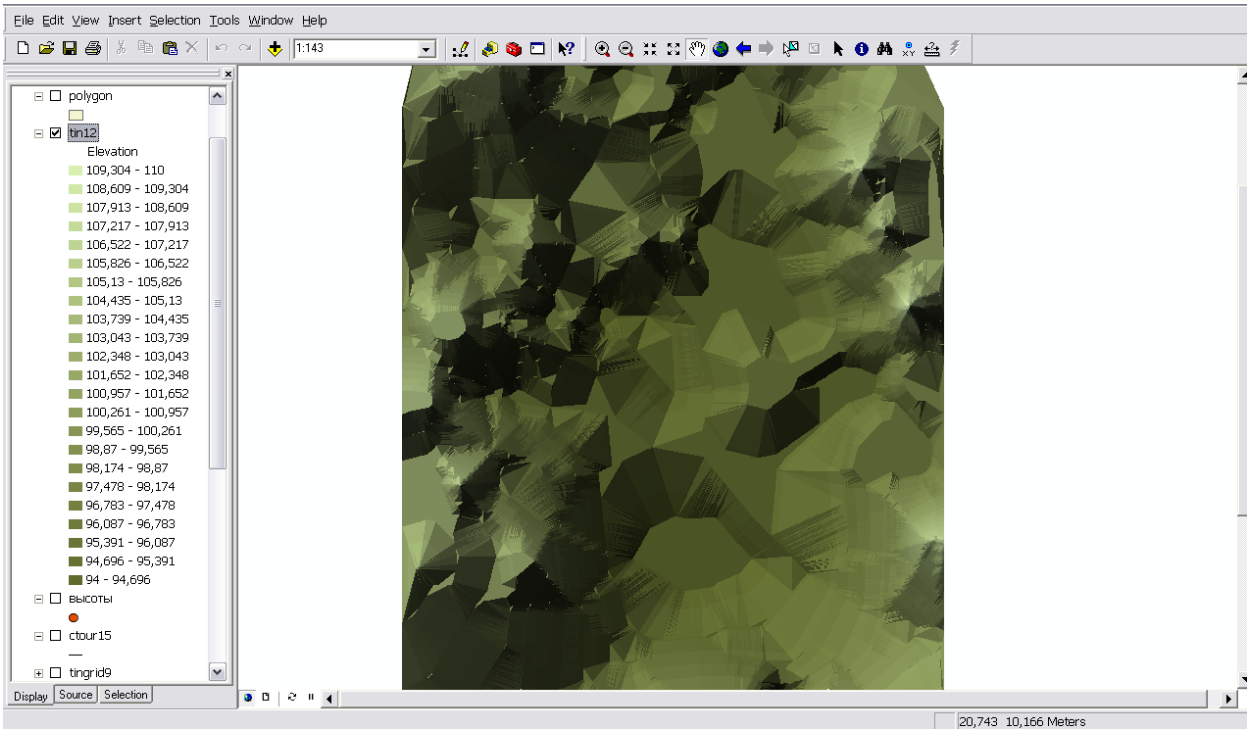


Рис 3.6 - Загальний вигляд Основ'янского водосховища за результатами даних буріння свердловин (нижня частина водосховища)

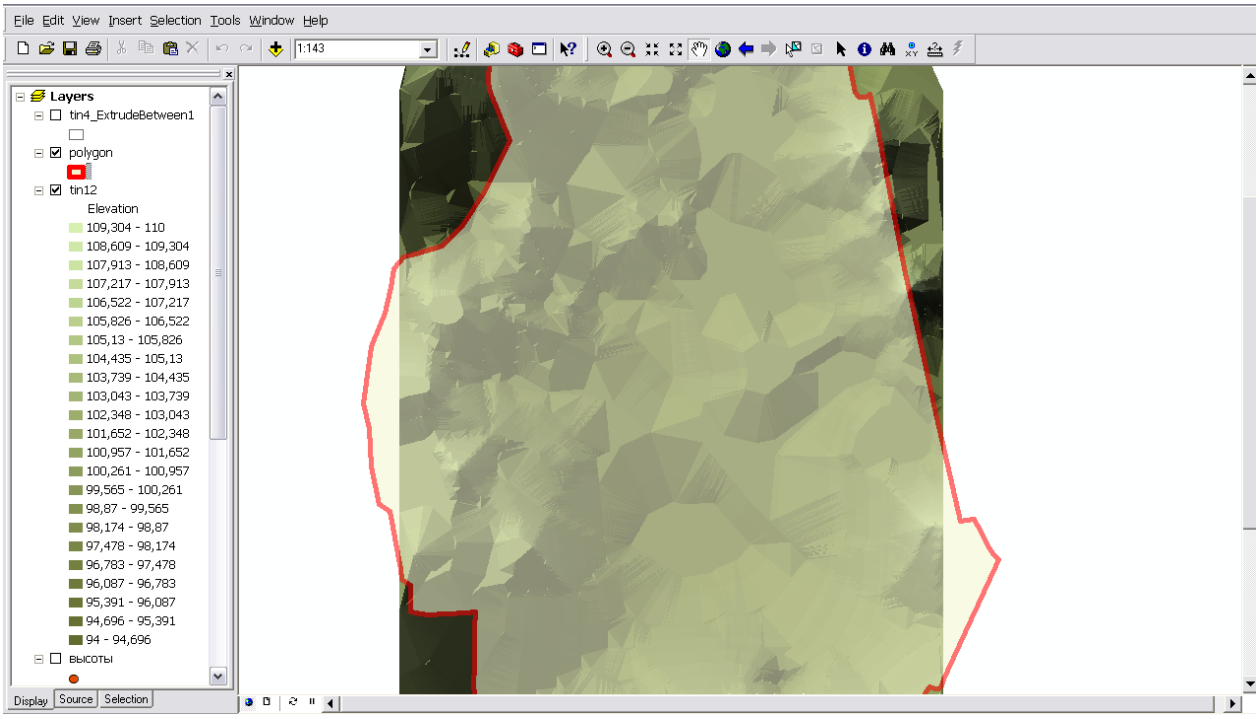


Рис 3.7 - Червона лінія показує кордони в межах яких розраховується об'єм піску Основ'янского водосховища

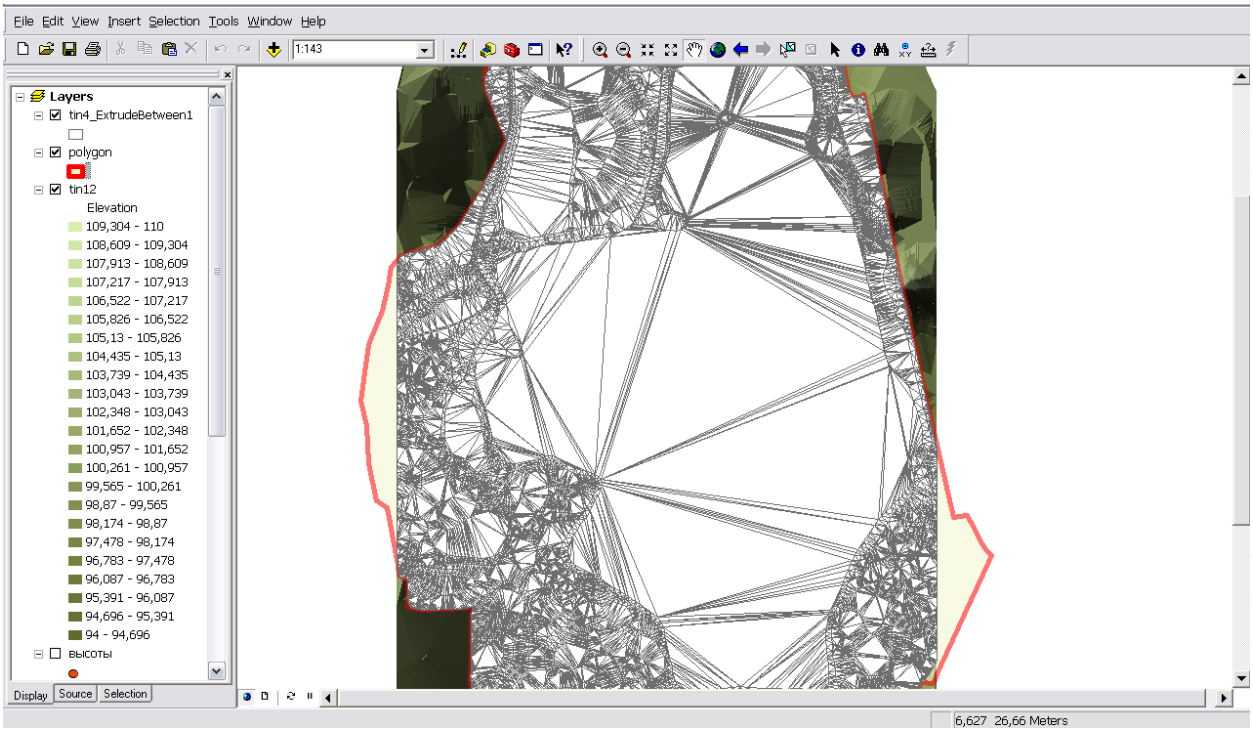


Рис 3.8 - TIN модель розрахованого об’єму піску Основ’янского водосховища

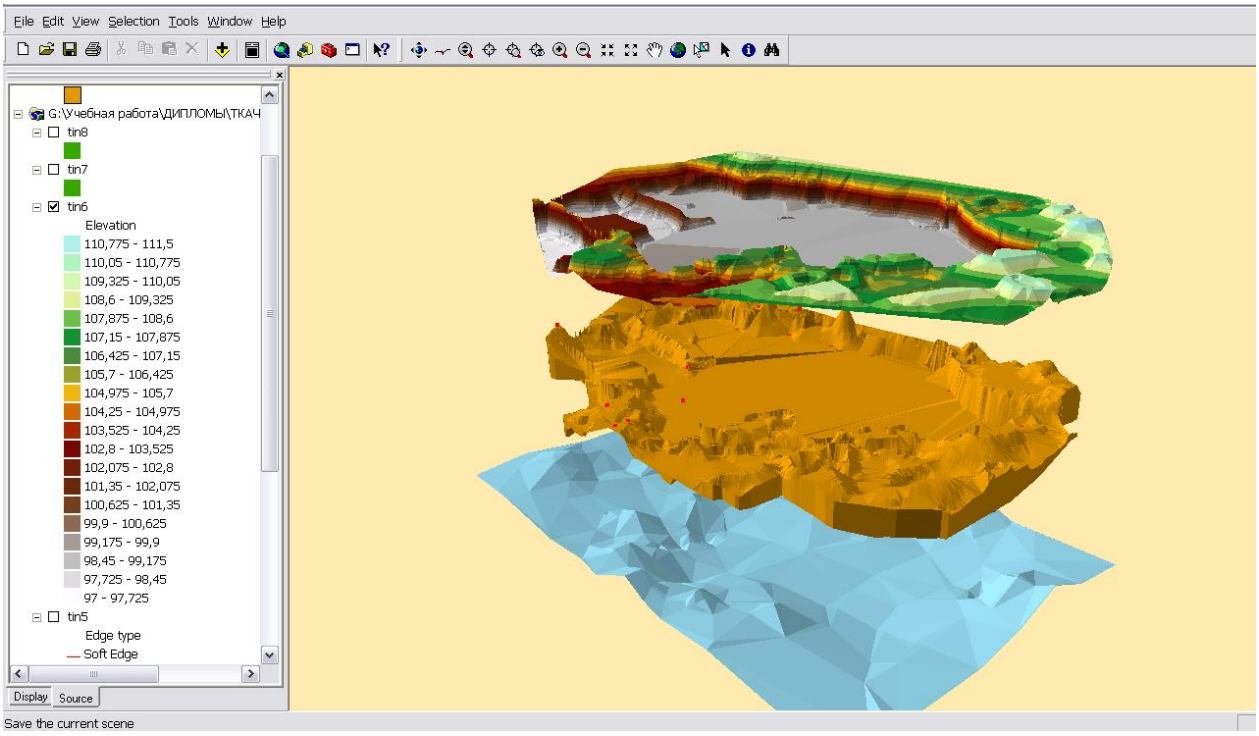


Рис 3.9 - Побудова тіл, які розраховуються

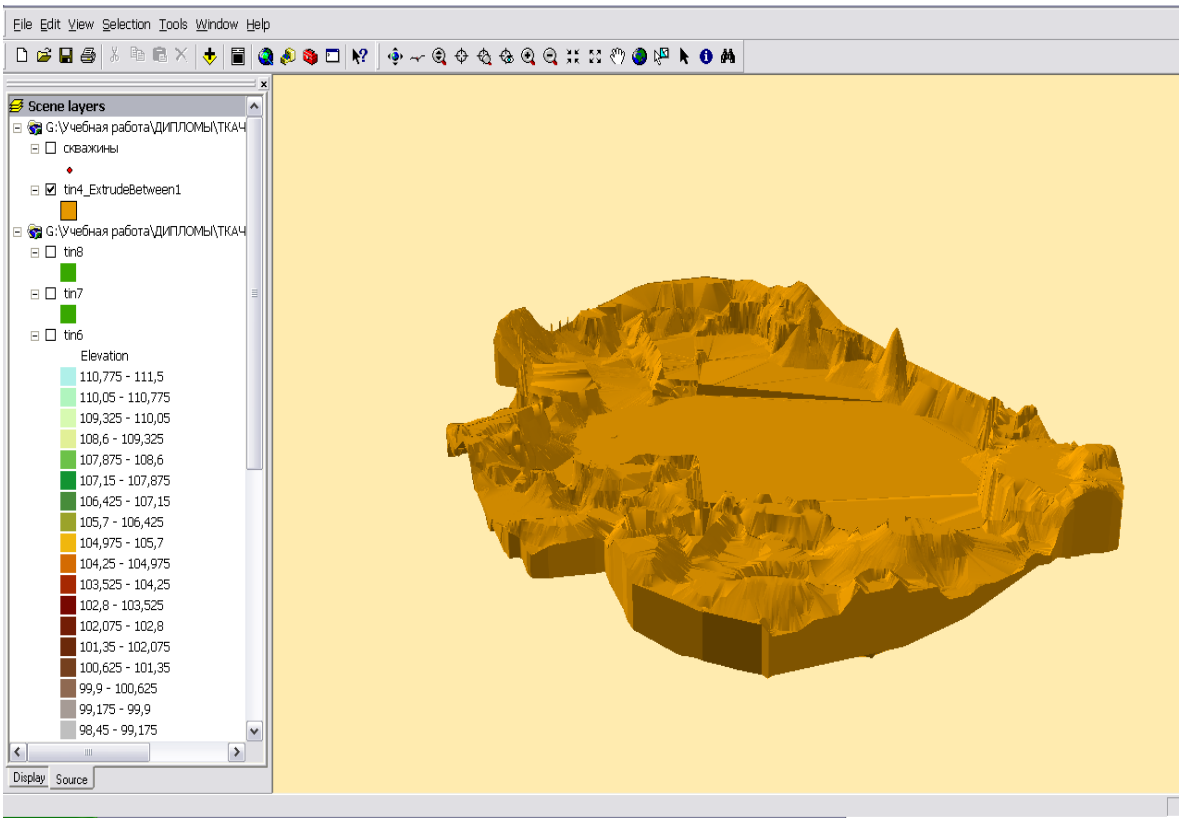


Рисунок 10 - Побудова об’ємної моделі для розрахунку кількості піску що добувається у Основ’янскому водосховищі

Таким чином поставлені перед нами завдання виконані. Необхідно врахувати, що весь процес розрахунків і побудов виконувався в одному середовищі – середовищі ARCGIS Desktop 9.2., що дозволяє використовувати можливості комплексування даних отриманих іншими методами (геохімією, пробами буріння) на всіх етапах розвідки та дорозвідки. Це значно підвищує эфективность розробки корисних копалини. Також хотілося б відзначити універсальність даного методу, який з успіхом може бути застосований не лише при пошуку корисних копалини різної природи, але і в екології, інженерній геології, будівництві і інших галузях.

ВИСНОВОК

Використання ГІС для тривимірного моделювання має на меті вирішення багатьох цілей і завдань, які можна умовно поділити на два напрямки: отримання візуальної 3D картини в результаті якої представлення тих чи інших природних або техногенних процесів буде максимально наглядним та отриманння кількісної оцінки побудованих 3D об'єктів у вигляді обчислень їх об'ємних і масових характеристик. У даній роботі було розглянуто другий напрям, до того ж в двох аспектах із використанням рельєфу піщаного кар'єру Основ'янського водосховища, розташованого в межах міста Харкова. Вихідними даними для виконання робіт були наступні :

- карти розробки кар'єру, побудовані на ізолініях заглиблень видобутої породи;
- профілі свердловин, виконані з використанням технології точкового буріння для зондування надр, з дискретністю вимірів в точках через 25 м;
- таблиці вимірів в кожній точці, отримані, як в режимі картографування, так і в режимі зондування.

ГІС-проект мав на меті вирішення декількох завдань. Наприклад 3D-моделювання тіла кар'єру для розрахунку об'ємів виробітки піску з проектованого кар'єру та прорахунок об'ємів піску, отриманих за результатами обробки даних отриманих шляхом створення свердловин.

Всі завдання були виконані шляхом побудови двох TIN поверхонь за даними карт ізоліній для розробленої і проектної частини кар'єру.

Результат цих побудов – об'ємна модель кар'єру. За допомогою інструментів ExtrudeBetween і TIN Difference, модуля 3D Analyst в ARCGIS Desktop і використання двох TIN поверхнонь, а також шейп-файлу полігону

поверхні кар'єру, отримуємо новий 3-х мірний об'єкт, типу MultyPatches (інструмент ExtrudeBetween) і його об'єм (інструмент TIN Difference). Таким чином була створена геобаза даних твердотілих тіл у використовуваному робочому просторі з врахуванням всіх можливостей пошуку, ідентифікації, вибірки, які нам надає ARCGIS Desktop.

Для вирішення другого завдання в першу чергу були побудовані 2D GRD - поверхні, що ілюструють позначки свердловин на різних глибинах. На малюнку 4 показано 6 поверхонь на глибинах 10, 20, 50, 60, 70, 80 м відповідно. Весь діпазон значень розбитий на 9 градацій відповідно з категорійностю піску, які отримані за даними з еталонних ділянок. Вже на цьому етапі обробки результатів отримуємо дані, що дозволяють скорегувати проект розробки кар'єру для більш продуктивного видобутку корисних ресурсів.

Таким чином поставлені завдання виконані. Необхідно врахувати, що весь процес прорахунків і побудов виконувався в одному середовищі – середовищі ARCGIS Desktop 9.2., що дозволяє використовувати можливості комплексного оброблення даних отриманих іншими методами (пробами буріння) на всіх етапах розвідки. Це значно підвищує ефективність розробки корисних копалин.

Також хотілося б відзначити універсальність даного методу який з успіхом може бути застосований не лише для пошуку корисних копалини різної природи, але і в екології, інженерній геології, будівництві та інших галузях.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления.– Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, М.: 1966.–308с.
2. ГИС'97 Программно-аппаратное обеспечение, фонд цифрового материала, геоинформатика в России, ежегодный обзор. – М.: ГИС-ассоциация, 1997.– 273с.
3. Дюк В., Самойленко А. Data mining: учебный курс. – СПб: Питер, 2001. – 386с.
4. Идрисов А.Б. Планирование и анализ эффективности инвестиций.–М. 1995. – 160с.
5. Никитин А.А. Теоретические основы обработки геофизической информации. – М.: Недра, 1986.–425с.
6. Полуэктов Р.А. Пых Ю.А. Швытов И.А. Динамические модели экологических систем. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1980.–286с.
7. Керівництво користувача по Интегрированному Анализу Данных «DIAna». – М.:1998.–75с.
8. Керівництво користувача по ГИС «MapInfo», MapInfo Corporation, Troy, New York, 1993.–121с.
9. Фатхутдинов Р.А. Разработка управленческого решения. – М.:ЗАО “Бизнес-школа «Интел-синтез», 1998.–271с.
10. Интегрированный курс "Математическое моделирование" в подготовке учителя математики и информатики // Подготовка преподавателя математики и информатики для высшей и средней школы: Тез. докл. межд. конф. - Москва: МПГУ, 24-26 мая 1994г. Ч. 2. - С.78-80.
11. Использование возможностей Internet для апробации учебно-методических материалов по курсу "Математическое моделирование" для педагогических

вузов//Региональные проблемы информатизации образования (РЕГИНФОРМ-99): Тез. докл. научно-практ. конф. - Пермь, 1999. 4.1. С.112-113.

12. Даль В. Толковый словарь – М.: Терра, 1994, т.4, - 683с.
13. Курс "Математическое моделирование" как продолжение базового курса "Основы информатики и вычислительной техники" в средней школе // Информатика и информационные технологии в педагогическом образовании. Выпуск 2. - Омск: РЦ НИ-ТО, 1996. - С29-34.
14. Курс "Математическое моделирование" // Информатика и образование. - 1996. №4. - С.17-23.
15. Свириденко С.С. Современные информационные технологии. - М.: Радио и связь, 1989, - 197с.
16. Соломатин Н.М. Информационные семантические системы. - М.: Высшая школа, 1989, - 283с.
17. Штофф В.А. "Моделирование и философия" М.: Наука, 1966, - 257с.
18. "Эксперимент. Модель. Теория". М.- Берлин: Наука, 1982, - 233 с.
19. http://www.basegroup.ru. Додаткова інформація.
20. http://glossary.basegroup.ru опис термінів в глосарії по аналітичним технологіямологиям.
21. http://www.dataplus.ru додаткова інформація.

Додаток А

Ортофотометричний знімок Основ’янского водосховища

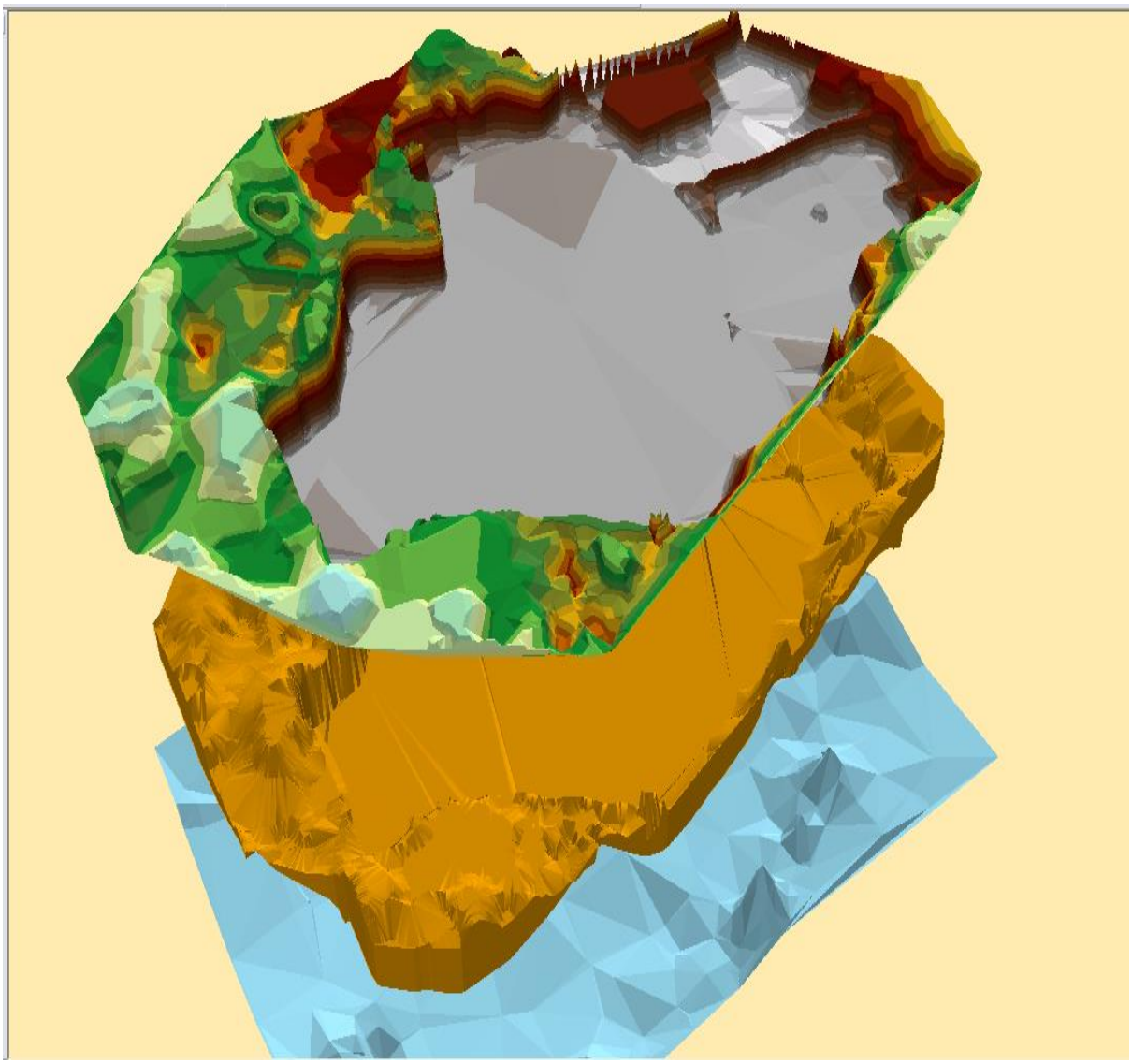
Додаток Б

Вигляд векторизованих даних у вигляді горізонталей

Додаток В

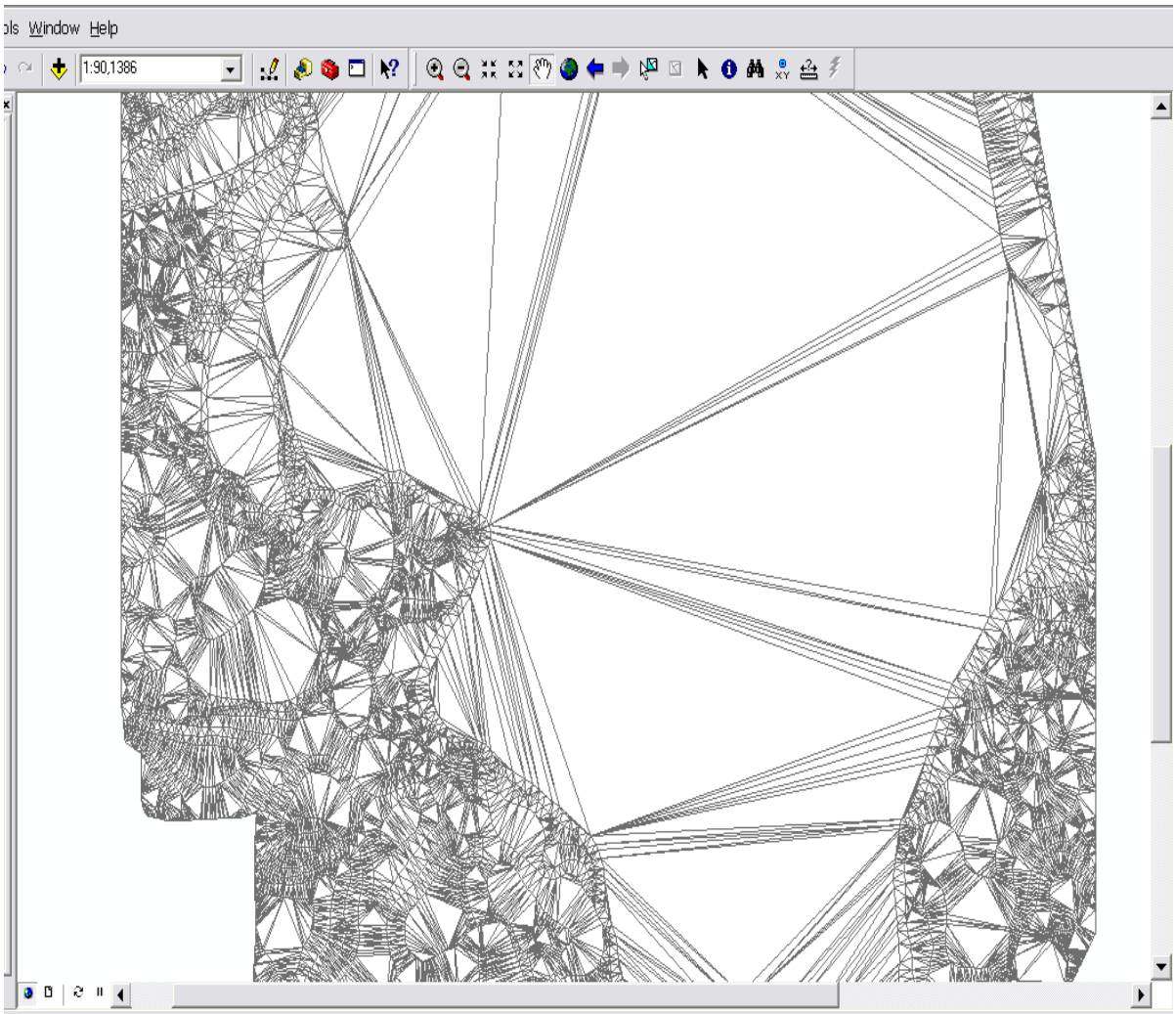
Приклади рельефу, дна та розрахованого

тіла для якого розрахован об’єм



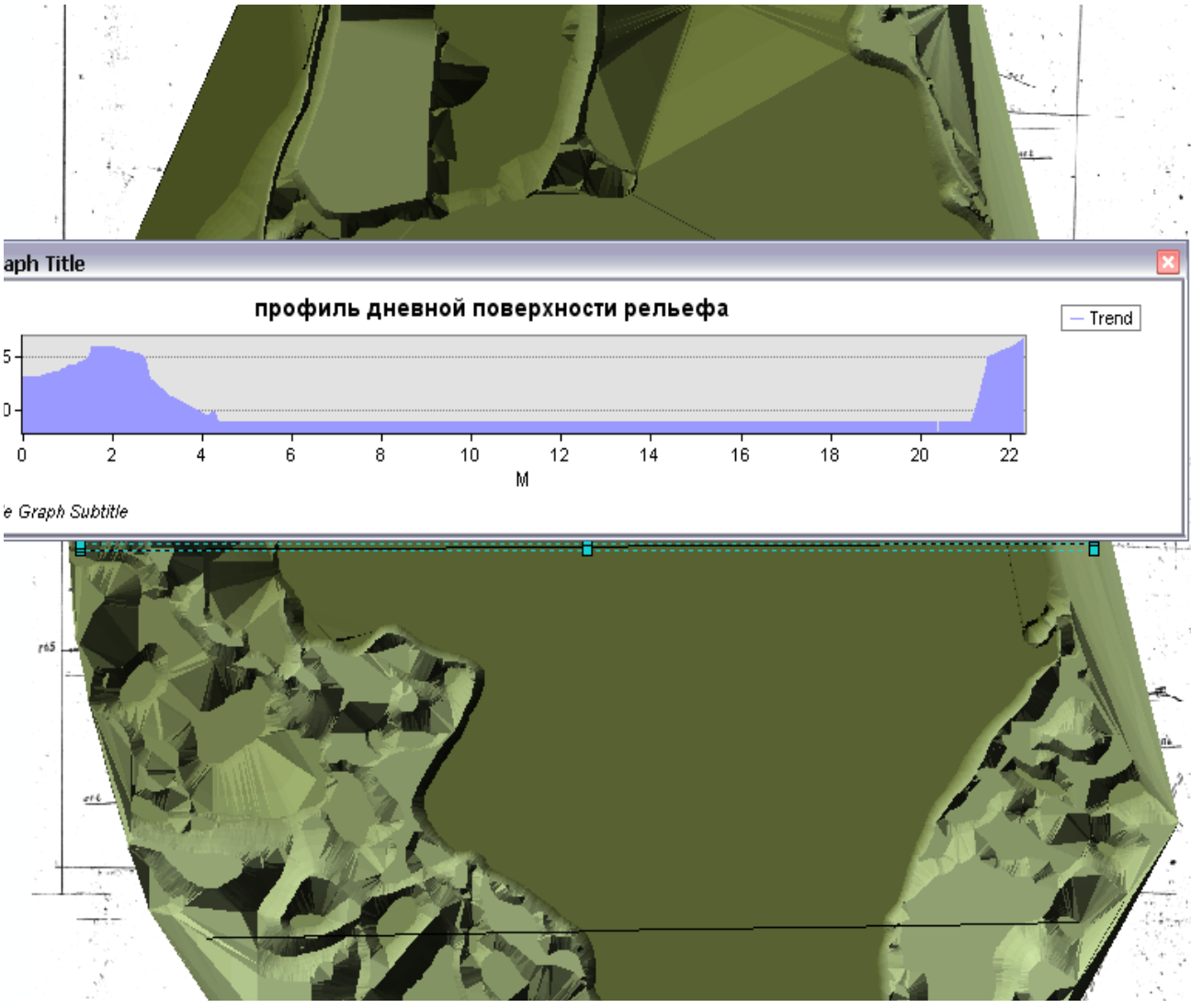
Додаток К

Приклад розрахованого обєкту у вигляді TIN-моделі



Додаток Д

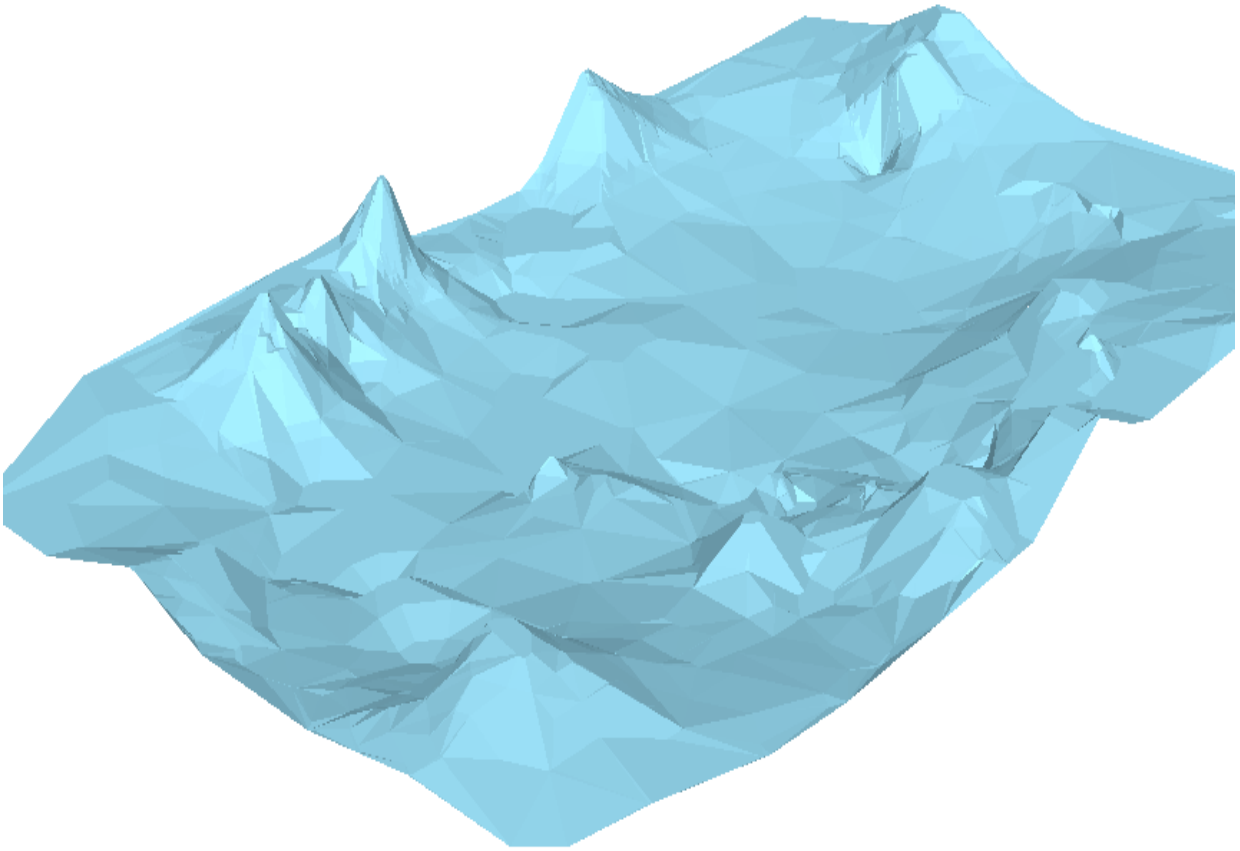
Профіль поверхні Основ’янського водосховища

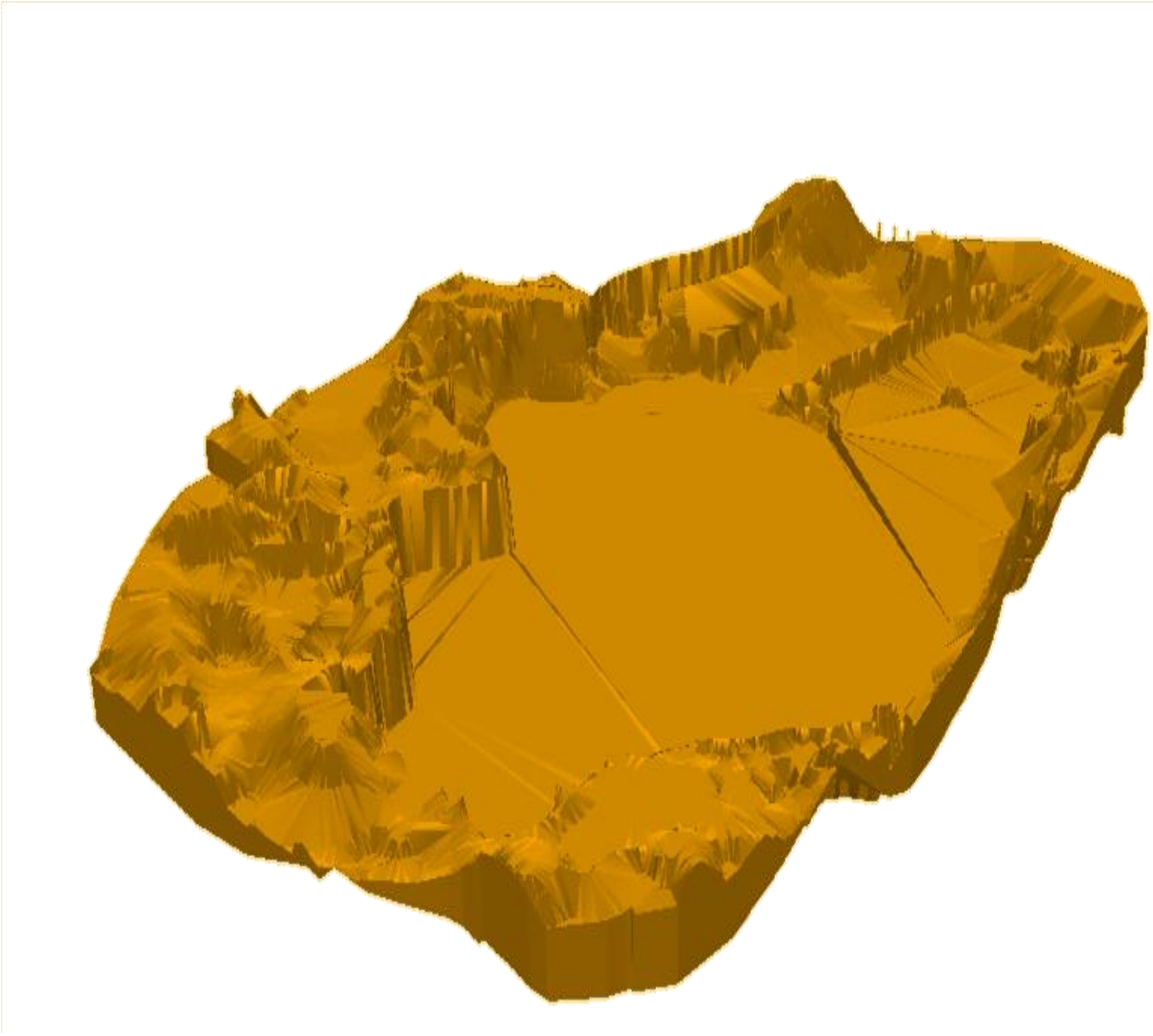


Додаток Л

Вигляд дна Основ’янського водосховища

по даним геологорозвідувальних скважин



Додаток М

Зовнішній вигляд об’єму піску який може видобуватися у Основ’янскому водосховищі