

УДК 504.064.3

О.С. Лімонов, к.т.н., Б.В. Перелигін, к.т.н., Т.М. Пустовіт, інж.

Одеський державний екологічний університет

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОГО РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ ПО ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТАХ

В статті викладена розроблена методика створення цифрового рельєфу місцевості по топографічних картах.

Ключові слова: методика, цифровий рельєф місцевості, топографічні карти.

Вступ. Методика створення цифрового рельєфу місцевості по топографічних картах недостатньо представлена у відомій літературі [1-5].

Матеріали і методи дослідження: В статті представлена розроблена методика створення цифрового рельєфу місцевості по топографічних картах [4].

Виклад основного матеріалу. Процес розробки програмного забезпечення. Розробка програмного забезпечення (ПЗ) – різновид людської діяльності. Виділити її компоненти можливо, визначивши набір завдань, які треба вирішити для досягнення кінцевої мети – побудови якісної системи у рамках заданих термінів і ресурсів. Для вирішення кожного такого завдання організовується діяльність, до якої можна також застосувати декомпозицію на окремі дрібніші діяльності, і т. д. У результаті стане зрозуміло, як вирішувати кожну окрему підзадачу і усе завдання повністю на основі наявних рішень для підзадач.

В якості прикладів діяльності, які треба проводити для побудови програмної системи, можна навести проектування – виділення окремих модулів і визначення зв'язків між ними з метою мінімізації залежностей між частинами проекту і досягнення кращої його оглядності в цілому, кодування – розробку коду окремих модулів, розробку призначеної для користувача документації, яка потрібна для досить складної системи.

Проте для коректного, з точки зору інженерії і економіки, розгляду питань створення складних систем необхідно, щоб були зачеплені і питання експлуатації системи, внесення до неї змін, а також найперші дії в ході її створення – аналіз потреб користувачів і вироблення рішень, "винахід" функцій, що задовольняють ці потреби. Без цього неможливо, з одного боку, врахувати реальну ефективність системи у вигляді відношення отриманих результатів до усіх зроблених витрат і, з іншого боку, правильно оцінювати в ході розробки міру відповідності системи реальним потребам користувачів і розробників.

Усі ці чинники призводять до необхідності розгляду усієї сукупності діяльностей, пов'язаних зі створенням і використанням ПЗ, починаючи з виникнення ідеї про новий продукт і закінчуючи деінсталяцією його останньої копії. Увесь період існування ПЗ, пов'язаний з підготовкою до його розробки, розробкою, використанням і переробками, починаючи з того моменту коли приймається рішення розробити/придбати/зібрати з наявних компонентів нову систему, або коли приходить сама ідея про необхідність програми певного роду, до того моменту, коли повністю припиняється всляке її використання, називають життєвим циклом ПЗ.

В ході життєвого циклу ПЗ воно проходить через аналіз предметної області, збір вимог, проектування, кодування, тестування, супровід та ін. види діяльності. Кожен вид діяльності є досить однорідним набором дій, що виконуються для вирішення

одного завдання або групи тісно пов'язаних завдань у рамках розробки і підтримки експлуатації ПЗ.

На різних етапах до створення і експлуатації ПЗ залучаються люди, які виконують різні ролі. Кожна роль може бути охарактеризована як абстрактна група зацікавлених осіб, які беруть участь в діяльності по створенню і експлуатації системи і вирішують одні і ті ж завдання або мають одні і ті ж інтереси по відношенню до неї. Прикладами ролей є бізнес-аналітик, інженер з вимог, архітектор, проектувальник призначеного для користувача інтерфейсу, програміст-кодувальник, тестувальник, керівник проекту з розробки, кінцевий користувач, адміністратор системи, інженер з підтримки і т.п. [6].

Алгоритм розробки програмного продукту. Розробка програмного продукту повинна спиратися на таку послідовність етапів роботи.

I етап. Постановка завдання. Складання технічного завдання на створення програмного продукту, де має бути описане кожне підзавдання, аж до дрібних частин.

II етап. Аналіз об'єкта. На цьому етапі розглядається досліджуваний об'єкт з точки зору технічних засобів середньостатистичного користувача. Спираючись на результати аналізу, на другому етапі треба вибрати певну модель майбутнього проекту, наприклад, ієрархічну модель, що забезпечує виклик окремих програмних продуктів або елементів проекту.

III етап. Розробка сценарію і синтез моделі. При розробці сценарію необхідно передбачити послідовність роботи із створюваним програмним продуктом, можливість зміни ходу роботи і вихід з нього (завершення роботи). Важливо прорахувати потенційні нестандартні ситуації з метою їх запобігання, а також перевірити міру інваріантності роботи, тобто можливість досягнення одного і того ж результату різними шляхами.

IV етап. Форма представлення інформації і вибір програмних продуктів. Після розробки сценарію і створення моделі визначаються програмні продукти для реалізації проекту. На цьому етапі необхідно використовувати два види програмних продуктів: для підготовки і обробки матеріалів, що становлять проект: геоінформаційних даних, графічних об'єктів, аудіо- і відеозаписів, тексту і т. д.; безпосередній інструментарій роботи.

Після вибору програмних засобів вибирається форма представлення інформації і інструменти для її реалізації.

V етап. Синтез комп'ютерної моделі об'єкта. Після аналізу можливостей вибраних програмних продуктів, можна приступити до реалізації створюваного програмного продукту на комп'ютері. В процесі їй належить пройти дві стадії.

Стадія 1. Підготовка матеріалу до роботи. На цій стадії готується картографічний, текстовий, гіпертекстовий (документ, що містить посилання на інші документи), аудіо – і відеоматеріал за допомогою вибраних програмних продуктів.

Стадія 2. На цій стадії створюється і тестується комп'ютерна модель програмного продукту на базі підготовленого матеріалу і вибраних програмних засобів.

VI етап. Робота із створеним програмним продуктом.

Узагальнена функціональна схема отримання картографічної інформації. Розглянемо узагальнену функціональну схему отримання картографічної інформації усіма можливими методами.

На структурній схемі (рис. 1) надано три основні методи отримання картографічної інформації із застосуванням цифрових технологій. Це дистанційні методи, що включають як фотографічні, так і скановані системи отримання інформації з літаків і супутників. Це також наземні методи, що включають як методи цифрової тахеометрії, так і використання систем GPS (а також їх різні комбінації). І, нарешті, це картометричні методи, в яких використовують сканування існуючих карт і текстових даних і їх подальшу дигіталізацію.

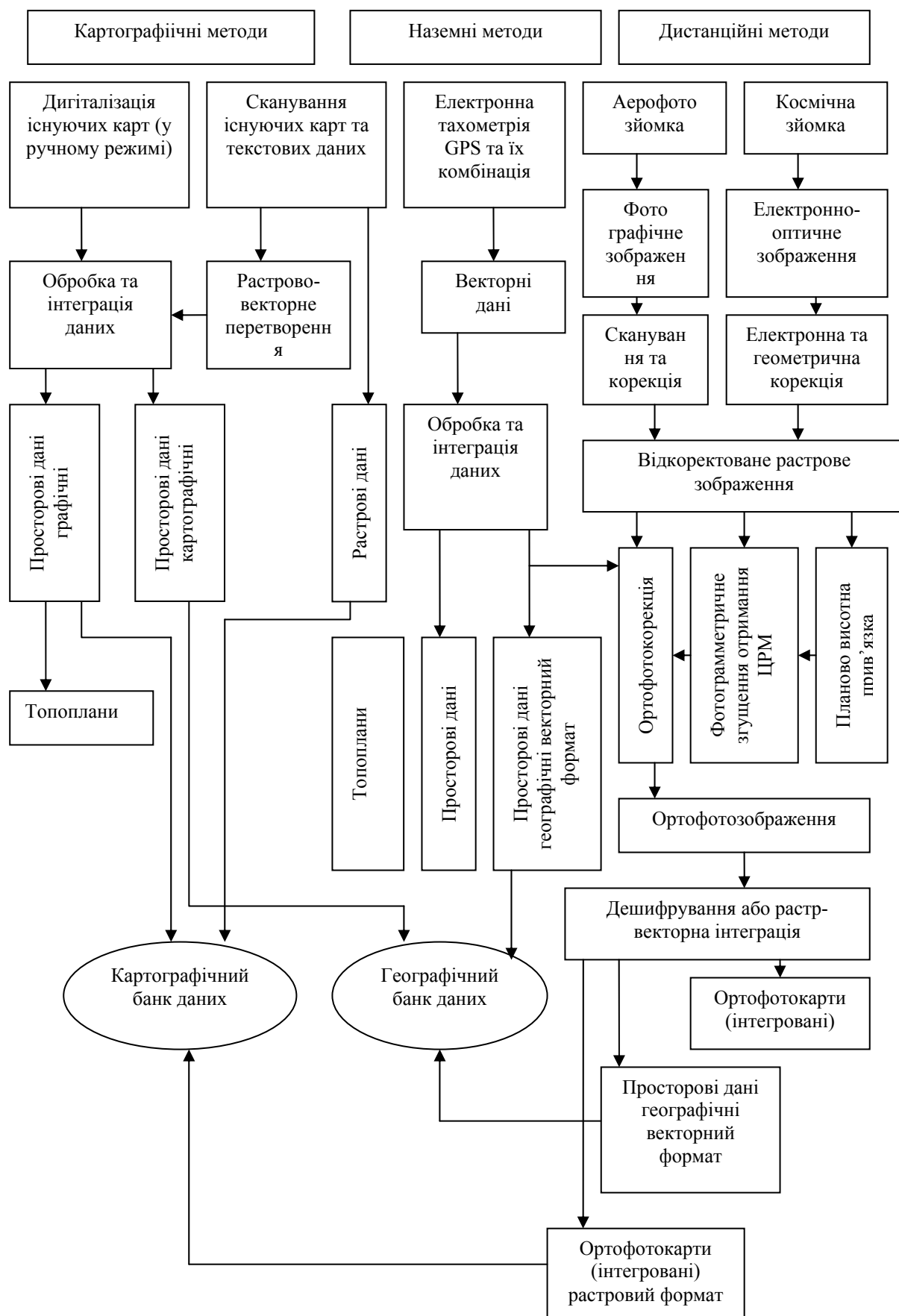


Рис. 1 – Узагальнена функціональна схема отримання картографічної інформації.

На рис. 1 розглянуті методи представлені у ідеалізованому вигляді (через складності графічного представлення їх взаємних зв'язків). На практиці ці методи використовуються, як правило, спільно і в різних поєднаннях. При цьому переважання одного з методів визначається наявністю існуючої інформації і особливостями вирішуваних завдань. Послідовність етапів обробки картографічної інформації при використанні кожного методу зрозуміла з написів у відповідних елементах схеми.

Аерокосмічні дистанційні методи дозволяють з високою оперативністю одержувати растрові дані з великих територій. Проте вони мають обмеження по точності і детальності одержання інформації.

Аерофотографічні методи дозволяють одержувати інформацію з високою точністю і детальністю, проте, їх застосування пов'язане з високим рівнем витрат, особливо при необхідності вкладання коштів на придбання нової техніки.

Наземні методи дозволяють одержувати картографічні дані (векторні) практично з будь-якою заданою точністю, проте, при картографуванні великих територій ці методи потребують значних термінів проведення робіт і дуже значних фінансових вкладень [7]. Застосування вже готових топографічних карт значно зменшує фінансові витрати.

Функціональні підсистеми для побудови цифрового рельєфу місцевості. Для побудови цифрового рельєфу місцевості необхідно виконати ряд завдань, які реалізуються функціональними підсистемами.

До функціональних підсистем побудови ЦРМ відносяться.

1. Підсистема введення і перетворення даних. Основне функціональне завдання цієї підсистеми – створення цілісного інформаційного цифрового образу досліджуваного об'єкта або явища на основі перетворення графічної інформації на цифровий вигляд і введення її в комп'ютер.

Для використання дані мають бути перетворені на відповідний цифровий формат. Процес перетворення даних з паперових карт в комп'ютерні файли називається оцифруванням або дигіталізацією.

Джерелами даних можуть бути паперові і цифрові карти, різні геодезичні прилади, аерофото– і космічні знімки. Така інформація може бути введена за допомогою сканера або отримана з іншої комп'ютерної системи.

2. Підсистеми обробки і аналізу. У їх завдання входить виконання процедур обробки даних. До найбільш важливих відносяться колірна фільтрація зображення, перетворення зображення на чорно-біле, фільтрація зображення від побічних продуктів, відновлення ізоліній і безпосереднє формування цифрового рельєфу місцевості.

3. Підсистема виведення (візуалізації) даних. Вона служить для виведення зображень на екран монітора, тобто безпосередня візуалізація тривимірної моделі місцевості.

Призначений для користувача інтерфейс. Він повинен відповідати вимогам фізичного і психологічного комфорту користувача, бути ефективним, швидкодіючим, мати можливості адаптації для конкретного користувача, поєднувати можливості інтерактивного введення, текстових і графічних меню.

Розробка технології побудови цифрової моделі рельєфу по топографічних картах. На першому кроці алгоритму користувач програмного комплексу повинен визначити необхідні вимоги до оброблюваного паперового матеріалу. Тобто визначити масштаб карти, її якість та район. В залежності від поставлених вимог, на другому кроці необхідно знайти потрібну топографічну карту. Далі треба визначити вимоги до якості сканування карти. Потім безпосередньо відбувається сканування карти із визначеними параметрами. Після цього карта зберігається у потрібному форматі для

подальшої обробки. На цьому закінчується підготування первинної інформації для обробки.

На наступному кроці алгоритму збережена карта відкривається у програмному комплексі для її обробки. Оскільки головною складовою для побудови цифрового рельєфу місцевості є ізолінії, то необхідно провести їх виділення з усього графічного зображення карти. Для того, щоб виділити ізолінії, необхідно задати параметри колірної фільтрації для подальшої колірної фільтрації. Потім зображення карти перетворюється на чорно-білий вигляд. Це робить більш простим подальшу обробку зображення.

Якщо результати колірної фільтрації задовільні, далі необхідно відфільтрувати зображення карти від побічних продуктів колірної фільтрації. Для цього спочатку виконується видалення дрібних побічних продуктів. Потім необхідно видалити залишкові побічні продукти, що потребує завдання вікна фільтрації. Після цього користувач оцінює результати фільтрації від побічних продуктів. Якщо ці результати є задовільними, управління в алгоритмі передається до кроку відновлення ізоліній, але якщо результати є незадовільними, то є можливість видалення побічних продуктів у ручному режимі. Це дає змогу видалити всі залишкові побічні продукти, що залишились після попередніх фільтрацій.

Після фільтрації зображення карти настає етап відновлення ізоліній, для цього спочатку виділяються складові частини ізолінії. Потім шляхом проходження по ізолінії у місцях її розриву відбувається відновлення ізолінії. Разом з цим ізолінії привласнюється показання висоти у процесі відновлення. Тобто створюється матриця висот рельєфу.

Для того, щоб висоти були призначені і у проміжках між ізолініями, необхідно зробити триангуляцію Делоне отриманих точок зображення карти. Після отриманих результатів триангуляції відбувається візуалізація отриманого тривимірного вигляду рельєфу.

Описання алгоритму (рис. 2).

Визначення вимог до первинного матеріалу, тобто користувач повинен визначити вимоги до паперової карти, яку необхідно обробити.

За визначеними на попередньому кроці алгоритму вимогами необхідно отримати топографічну карту для обробки.

Під визначенням вимог до зображення карти мається на увазі визначення параметрів сканування карти, тобто якість зображення карти у цифровому вигляді.

Сканування карти відбувається із заданими на попередньому кроці параметрами сканування.

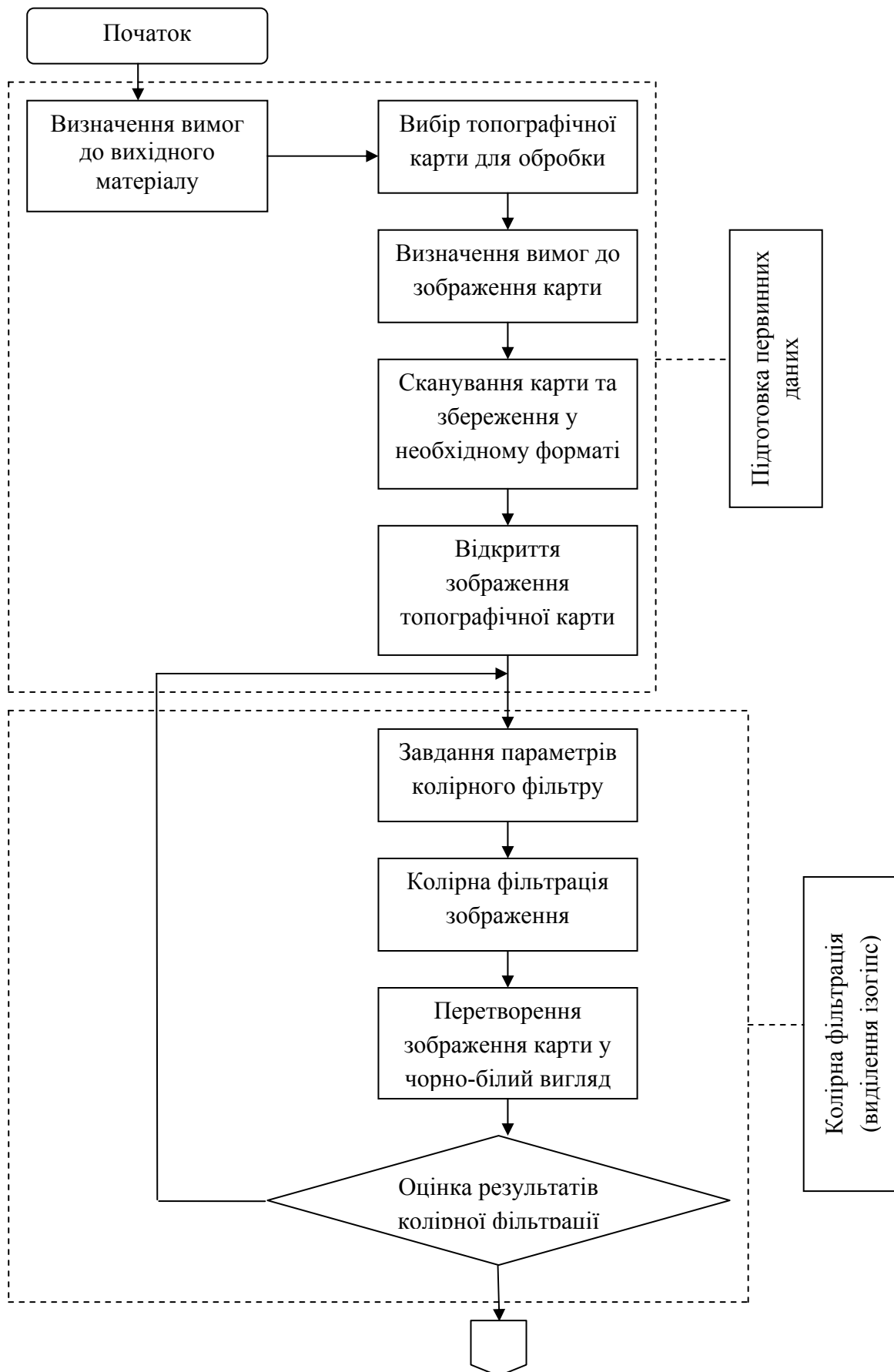
Відскановану карту необхідно зберегти у потрібному форматі з максимальною для обробки якістю.

Збережена карта відкривається користувачем у програмному комплексі для обробки.

За допомогою укажчика миші користувач повинен відмітити на зображенні карти кольори ізоліній, оскільки зображення карти і відскановані ізолінії мають різні кольори. Тому для колірної фільтрації бажано завдавати кілька значень кольорів.

За заданими значеннями кольорів відбувається фільтрація зображення.

Відтворення результату колірної фільтрації відбувається у чорно-білому вигляді. Зображення карти переводиться у чорно-білий вигляд тому, що таке зображення легше обробляти.



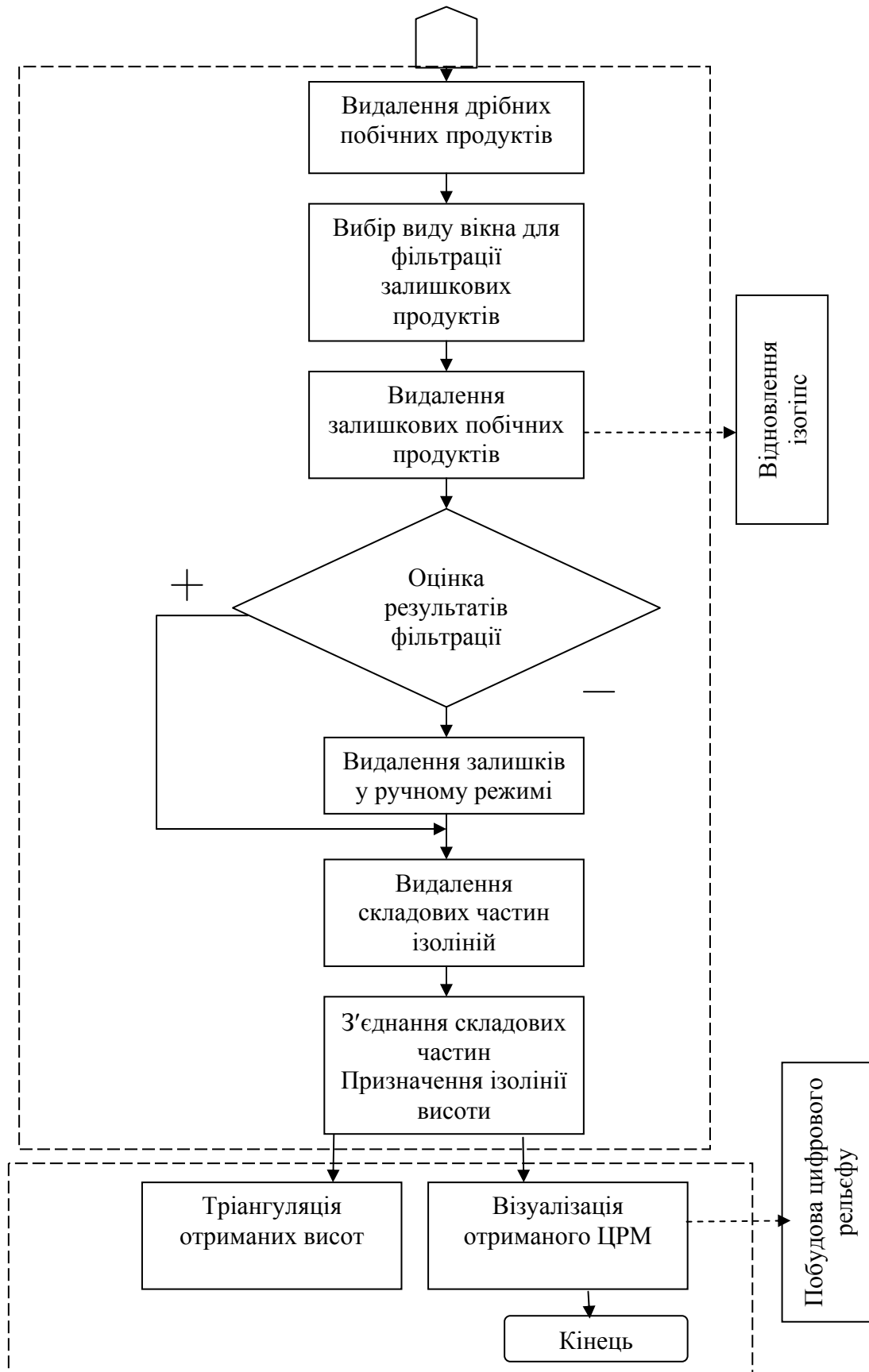


Рис. 2- Алгоритм створення цифрового рельєфу місцевості по топографічних картах.

Після колірної фільтрації у будь-якому випадку залишаються недоліки у вигляді залишкових побічних продуктів, які за можливістю, повинні видалятися. Для цього відбувається спочатку фільтрація від дрібних (однопиксельних) побічних продуктів.

Для фільтрації зображення карти від більших залишкових побічних продуктів необхідно вибрати параметри вікна фільтрації. Від цього вікна залежить, яка саме зона зображення буде видалятися.

За заданими параметрами вікна фільтрації відбувається вилучення крупних побічних продуктів.

На цьому кроці користувач оцінює результати фільтрації зображення карти від побічних продуктів та приймає рішення: або продовжувати обробку зображення, або видалити залишки за допомогою ручного режиму.

Виділення частин ізолінії необхідне для її відновлення, тобто подальше з'єднання її у безперервну лінію.

З'єднання отриманих складових частин відбувається шляхом проходження по ізолінії та відновлення її у місцях розриву. Водночас з цим проходом відбувається надання ізолінії значення висоти.

За отриманими результатами та значеннями відбувається триангуляція Делоне і за допомогою інтерполяції відтворюється тривимірна модель рельєфу.

Висновки. В статті представлений розроблений алгоритм, який реалізує описану методику створення цифрового рельєфу місцевості по топографічних картах.

Список літератури

1. Картографическая съёмка рельефа местности. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://universal_ru_en_academic.ru.
2. А.М. Берлянт. Картография, М., Аспент пресс, 2002, 336 с.
3. Картографическая генерализация. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://userdoc.ru/astromoiya/2614/index.html>.
4. Метод визуализации рельефа ТАЛКА-ГИС. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://gis.talca_2000.ru/metvizva.html.
5. 3D модель рельефа заданной местности. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://works.doklad.ru/view/bBEv/ZsSYam/html>.
6. В.В. Кулямин. Курс лекций «Технологии программирования. Компонентный подход». факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М.В. Ломоносова [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://panda.ispras.ru/~kuliamin/sdt-course.html>
7. В. Кононов, М. Черемшинский, ЦАКИЗ ИГН НАН Украины, Укргеодезкартография “Дистанционные методы как составная часть общего процесса получения картографической информации для регистрационных и кадастровых работ (элементы системного подхода)”. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://loi.sscs.ru/gis/RS/chapter101.html>

Разработка методики создания цифрового рельефа местности по топографическим картам. Лимонов А.С., Перельгин Б.В., Пустовит Т.М.

В статье изложена разработанная методика создания цифрового рельефа местности по топографическим картам.

Ключевые слова: методика, цифровой рельеф местности, топографические карты.

Procession of locality digital relief creation method by topography maps. Limonov A.S., Perelygin B.V., Pustovit T.M.

In article method of creation of locality digital relief by topography maps are presented.

Key words: method, locality digital relief, topography maps.