

Витяг

із проведеного 28.05.2021 круглого столу **«Особливості наукової діяльності аспірантів в умовах дистанційного навчання»** та обговорення результатів за дисципліною **«Організація науковою діяльністю та інформаційні технології»**

(ауд.603,КНУБА, центральний корпус,14.00- 16.00)

Присутні: проф..Назаренко І.І.,проф. Дєдов О.П.,

Доценти: Делембовський М.М., Міщук Є.О.,
(кафедра МОТП КНУБА)

23 аспіранти різних спеціальностей 1 і 2 курсів

(див. Додаток1)

План проведення круглого столу.

1. Особливості наукової діяльності аспірантів в умовах дистанційного навчання.

Виступили: проф.Назаренко І.І.,проф. Дєдов О.П., Спірідонов М. Ю.

Пархомчук М. С.

2. Обговорення результатів отриманих знань за дисципліною «Організація науковою діяльністю та інформаційні технології».

Виступили: проф..Назаренко І.І., аспіранти: Пархомчук М. С., Савченко А.М., Кінь Д.О., Михайлов Р. Д.

Основні думки, пропозиції, зауваження:

Проф.Назаренко І.І.:

Відмітив активність аспірантів під час проведення лекції дисципліни Організація науковою діяльністю та інформаційні технології, певні труднощі щодо подачі матеріалу для різних спеціальностей в розділі курсу: « Теоретичні та експериментальні дослідження» та проведення практичних занять в умовах дистанційного навчання.

Проф. Дєдов О.П.:

Погодився із зауваженнями проф.Назаренко І.І. і зазначив, що варто шукати підходи і можливість комплектації груп, які би мали споріднені напрямки досліджень. Щодо проведення практичних занять та семінарів бажано їх проводити в аудиторіях за присутністю аспірантів.

Аспіранти: Спірідонов М. Ю. , Пархомчук М. С. та інші виступаючи на запитання модератора проф.Назаренко І.І.: Що сподобалось під час курсу? та які недоліки? зазначили наступне.

1. Варто наводити більше матеріалу на лекціях гуманітарного напрямку.
 2. Інколи шрифт презентацій був дрібним (на загальну думку аспірантів, висловлених в обговоренні, це зауваження не є принциповим)
 3. Додати приклади форм наукової діяльності (монографія, стаття, тези конференції).
 4. Методологія та методи викладання дисципліни сподобалася.
 5. Загальна інформація на заняттях подана змістовно та якісно.
 6. Важливою і корисною інформацією прийнято вважати донесення принципів і ідеології щодо тлумачень: об'єкт, предмет, методи формування мети, завдань дисертації, наукової новизни, ідей та гіпотез при написанні дисертаційної роботи.
- В завершенні проф. Назаренко І.І. подякував аспірантів за думки, зауваження, пропозиції, що обов'язково будуть враховані в наступному і презентував вже оформлену аспірантом Кінь Д. О. роботу за результатами виконаних практичних занять (Додаток 2).

Модератор круглого столу (Назаренко І.І.)

Секретар (Міщук Є.О.)

Додаток 1.

Таблиця. Список аспірантів, присутніх на круглому столі

№ п/п	ПІБ	кафедра	спеціальність
1	Кінь Данило Олексійович	Геоінформатики і фотограмметрії	Геодезія та землеустрій
2	Осадча Олена Сергіївна	Філософії	філософія
3	Спірідонов Микола Юрійович	Філософії	філософія
4	Сегень Яна Михайлівна	Теплотехніки	Будівництво та цивільна інженерія
5	Бердей Софія Володимирівна	Інформаційних технологій проектування та прикладної математики	Інформаційні системи та технології
6	Творонович Ігор Олександрович	Образотворчого мистецтва і архітектурної графіки	Дизайн
7	Сало Валерія Володимирівна	Дизайну архітектурного середовища	Архітектура і містобудування
8	Михайлов Роман Дмитрович	Металевих та	Будівництво та

		дерев'яних констуркцій	цивільна інженерія
9	Гончаренко Євгеній Олександрович	Інфор. технологій	Комп'ютерні науки
10	Цись Аліна Сергіївна	Архітектурних конструкцій	Дизайн
11	Пархомчук Михайло Сергійович	Основ аріх. проектування	Архітеккра та містобудування
12	Проскурін Олексій Геннадійович	Будівельних машин	Галузеве машинне будування
13	Тацій Михайло Павлович	Міського господарства	Будівництво та цивільна інженерія
14	Прокопенко Вікторія Сергіївна	Міського будівництва	Будівництво та цивільна інженерія
15	Лялько Віталій Володимирович	Організація та управ. будівництвом	Будівництво та цивільна інженерія
16	Башинський Олексій Володимирович	Металевих та дерев'яних констуркцій	Будівництво та цивільна інженерія
17	Жень Лей	Геоінформатики і фотограмметрії	Геодезія та землеустрій
18	Савченко Антоніна Михайлівна	Охорони праці та навк. середовища	Екологія
19	Гончаренко Артем Вадимович	Охорони праці та навк. середовища	Екологія
20	Верхогляд Андрій Євгенійович	Теплогазапостачання і вентиляцій	Будівництво та цивільна інженерія
21	Зозулинець Вікторія Василівна	Технологій будівельних конструкцій і виробів	Будівництво та цивільна інженерія
22	Чжао Хунцзюань	Архітектури	191
23	Мустафа Мухамуд Абдулгани Мустафа	Архітектури	191

Додаток 2.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

КАФЕДРА МАШИН І ОБЛАДНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Звіт з практичних робіт

з дисципліни «Організація та управління науковою діяльністю»

Виконав: аспірант 1 курсу 3-ьої групи
напряму підготовки
193 «Геодезія та землеустрій»

Кінь Д. О.

(прізвище та ініціали)

Перевірив: д.т.н., проф. Назаренко І. І.

(прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

м. Київ – 2021 рік

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

Методологія та методи наукових досліджень

Формулювання аспірантами мети, завдань, об'єкта та предмету дисертаційного дослідження.

Завдання 3.1. Вибір та обґрунтування теми дисертаційного дослідження.

Протоколом № 4 від 24 січня 2021 року з засідання кафедри геоінформатики і фотограмметрії (ГІФ) Київського національного університету будівництва і архітектури затверджено тему дисертаційної роботи «**Дослідження геодезичних і картометричних методів у геоінформаційному середовищі**», а також затверджено протоколом № 6 від 26 березня 2021 року з засідання Вченої ради факультету Геоінформаційних систем і управління територіями КНУБА – тему дисертаційної роботи і наукового керівника проф., д-р. техн. наук. Карпінського Юрія Олександровича.

Актуальність теми обґрунтована необхідністю переходу від наближених картометричних методів до застосування строгих математичних геодезичних методів у геоінформаційних системах (далі – ГІС).

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає у впровадженні результатів роботи у виробничу експлуатацію, а саме у ДП «Науково-дослідний інститут геодезії і картографії» відповідно до наданої ним довідки №379/1 від 14.12.2018 р. Результати роботи використані при обґрунтуванні необхідності розроблення програмних засобів, які реалізують високоточні картометричні операції в середовищі комерційних ГІС.

Завдання 3.2. Формулювання мети, завдань ,об'єкту та предмету дослідження.

Метою дисертаційного дослідження є вирішення науково-прикладного завдання підвищення точності геодезичних і картометричних методів у геоінформаційних системах.

Основні завдання:

1) аналіз існуючих сучасних рішень виконання геодезичних і картометричних методів у геоінформаційних системах;

2) вирішення емпіричного завдання визначення можливостей стандартних засобів ГІС для виконання геодезичних і картометричних методів;

3) визначення, обґрунтування та реалізація строгих математичних методів для виконання геодезичних і картометричних методів на референц-еліпсоїді у геоінформаційних системах з метою підвищення точності розрахунку властивостей геопросторових об'єктів.

Об'єкт дослідження: процес визначення метричних властивостей геопросторових об'єктів у середовищі ГІС.

Предмет дослідження: геодезичні і картометричні методи із застосуванням математичних моделей Землі: еліпсоїд Красовського, проекція Гаусса-Крюгера та сфера.

Складання змісту дисертаційного дослідження.

Завдання 4.1. Складання плану дисертаційної роботи .

План дисертаційної роботи «Дослідження геодезичних і картометричних методів у геоінформаційному середовищі»:

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ І КАРТОМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ У ГЕОІНФОРМАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

1.1. Онтологія картометричних, геодезичних і морфометричних методів у ГІС

1.2. Аналіз і оцінка сучасного стану та тенденцій застосування геодезичних і картометричних методів у геоінформаційному середовищі в Україні та світі

1.3. Дослідження переходу від картометричних до аналітичних методів

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ СТАНДАРТНИХ ЗАСОБІВ ГІС ДЛЯ ВИКОНАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ І КАРТОМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ

2.1. Загальна методика дослідження

2.2. Визначення еталонних значень геодезичних та картометричних операцій у середовищі MATLAB R2013b

2.3. Емпіричне визначення математичних моделей Землі у середовищі ГІС

2.4. Аналіз отриманих результатів дослідження

РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА АПРОБАЦІЯ СТРОГИХ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ У ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

2.5. Математичне обґрунтування строгих математичних методів у ГІС

2.6. Дослідна реалізація строгих математичних методів у ГІС

2.7. Експериментальна апробація строгих математичних методів у ГІС

ВИСНОВКИ

Завдання 4.2. Методика дослідження (попередній підбір методів дисертаційного дослідження).

Методика дослідження полягає у тому, що використовується виключно емпіричний метод, який передбачає планування та виконання чисельних експериментів в середовищі ГІС, бо в документації ГІС відсутній детальний опис методики та алгоритмів картометричних операцій, що представляє собою певний «чорний ящик», який унеможливує аналітичне дослідження та перешкоджає свідомому отриманню очікуваних результатів з необхідною та достатньою точністю. Також у роботі застосовуються методи абстрагування та моделювання (модельний експеримент).

Головним принципом проведення дослідження є доцільність використання строгих математичних методів для картометричних операцій, що передбачає зведення розрахунків всіх геопросторових характеристик, редукованих на поверхню земного еліпсоїду, що забезпечує їх незалежність від

систем координат та картографічних проекцій. Саме використання строгих математичних методів з редукуванням всіх геопросторових характеристик на поверхню земного еліпсоїду обумовлює перехід від картометричних операцій до аналітичних операцій в ГІС.

Ця робота присвячена дослідженню геодезичних і картометричних методів у ГІС при вирішенні прикладних завдань щодо переходу від розрахунків на площині проекцій, що в апіорі спотворює простір для карт та планів, до безпосереднього застосування математичних моделей Землі.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2.

Методи пошуку наукової інформації для огляду та аналізу результатів існуючих досліджень за темою дисертації.

Обговорення результатів практичного заняття, виконання означених завдань та отримання домашнього завдання.

Завдання 4.1. Документи як засоби фіксації наукової інформації (*ознайомлення з різними джерелами наукової інформації*).

Завдання 4.2. Патентна інформація (*ознайомлення з патентами на винахід та патентною літературою*).

Завдання 4.3. Систематизація опрацьованої інформації та оформлення результатів опрацювання першоджерел (*здійснення посилань, запис цитат, складання анотацій, тощо*).

Завдання 4.4. Оформлення літературних джерел (*навести приклади оформлення бібліографічного опису відповідно Національного стандарту України*).

Приклади оформлення бібліографічного опису у списку використаних джерел у дисертації з урахуванням Національного стандарту України ДСТУ 8302:2015:

1) Метешкин К. А., Конь Д. А. От студента до профессора: «Живое» автобиографическое учебное наглядное пособие. Харьков: ХНУГХ, 2018. 363 с.

2) Основы теории систем: инновационная авторская технология обучения «Партнерство»: учеб. пособие / К.А. Метешкин, Д.А. Конь, Р. Х. Ахмедова и др.; под ред. К.А. Метешкина. Харьков: ХНУГХ, 2016. – 236 с.

3) Кінь Д. О., Лазоренко-Гевель Н. Ю., Шудра Н. С. Геоінформаційне моделювання розвитку території м. Харкова у ретроспективі. *Містобудування та територіальне планування*. 2021. № 76. С 119-131.

4) Лазоренко-Гевель Н. Ю., Карпінський Ю.О., Кінь Д.О. Особливості створення (оновлення) цифрових топографічних карт для формування Основної

державної топографічної карти. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. 2021. I (41). С. 113-122.

Завдання 4.5. Складання УДК та ББК за темою статті та теми дисертації (навести приклади складання УДК та ББК за темою статті).

52 *Астрономія. Геодезія*

528 *Геодезія. Топографо-геодезические работы. Аэрокосмическая съемка и фотограмметрия. Дистанционное зондирование. Картография*

528.2 *Фигура Земли и ее определение. Сфероидическая геодезия. Физическая геодезия и геодезическая гравиметрия. Геодезическая (полевая) астрономия*

528.23 *Сфероидическая геодезия. Математические поверхности, отображающие фигуру Земли. Проекции. Системы координат*

528.236 *Системы координат и преобразования координат*

528.4 *Топографо-геодезические работы. Топография. Кадастровые съемки, землеустроительные работы. Инженерно-геодезические работы. Специальные области применения геодезии*

528.46 *Топографо-геодезические работы при землеустройстве, мелиорации и проведении агротехнических мероприятий*

528.489 *Специальные области применения геодезии*

625.7 *Автомобильные дороги в целом. Внегородские дороги. Городские дороги*

711 *Планировка в масштабах страны. Районная планировка*

Приклади використання УДК в опублікованих наукових статтях:

УДК 528:061.3

УДК 528.23

УДК 528.236

УДК 528.46

УДК 528.489

УДК 711.4

УДК 625.7:662.2

Завдання 4.6. Домашнє завдання (підготувати інформацію про методи генерування нових ідей та визначення критеріїв оцінки прийняття технічних та технологічних рішень).

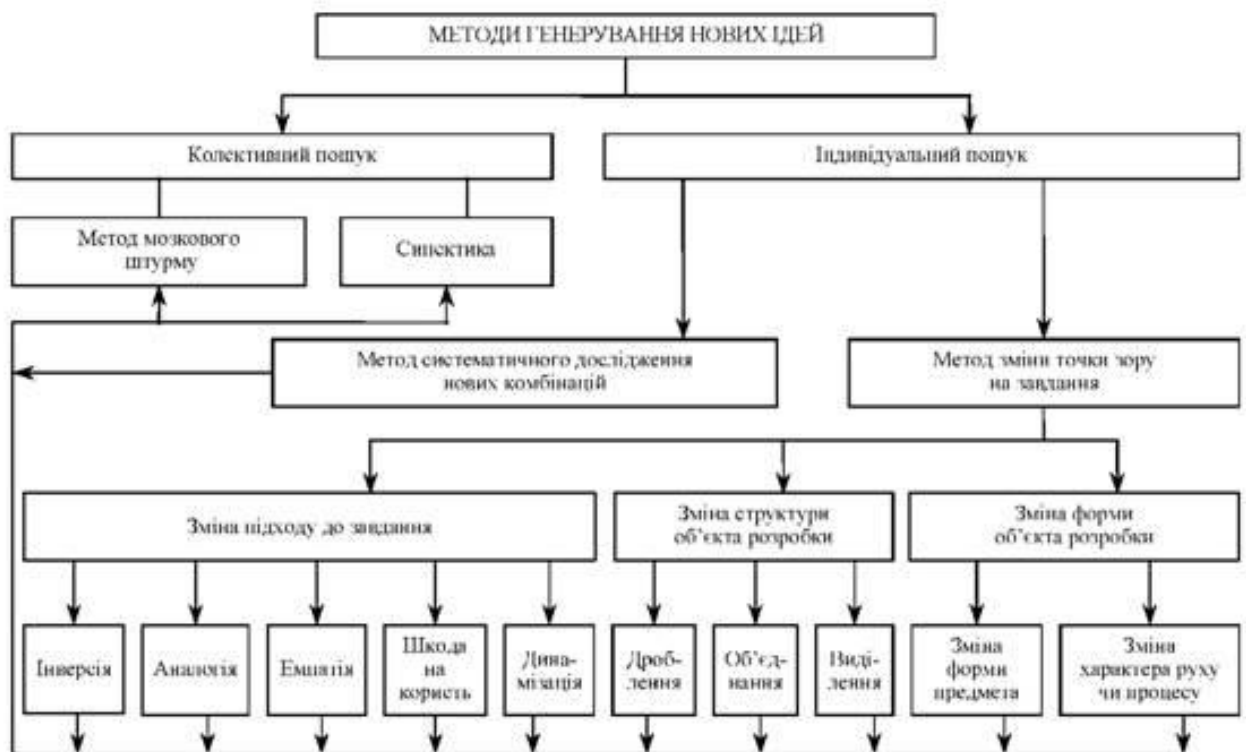


Рис. 1 Класифікація основних методів генерування нових ідей

Метод мозкового штурму – процес генерації ідей, пов'язаний із виникненням пропозицій, які навіть їх авторів можуть видаватись сумнівними.

Метод синектики – це поєднання різноманітних поглядів на один і той же предмет чи явище, що дає позитивні як основні, так і побічні результати. Є удосконаленням методу мозкового штурму. Штурм веде постійна група. Допустима критика ідей.

Інверсія – перебуває у свідомій відмові від попередніх уявлень про об'єкт, що розробляється, з тим, щоб розглянути його з нової, діаметрально протилежної точки зору.

Шкода на користь. Сутність методу полягає в тому, щоб обернути шкідливі властивості або явища, характерні предметів, що розробляється, чи процесу на користь.

Динамізація – перетворює нерухомі і незмінні елементи конструкцій на рухомі і змінні форми.

Дроблення – одна з провідних тенденцій у сучасній техніці, принцип якого визначається у такий спосіб: розподіл об'єкта на незалежні частини; виконання об'єкта розбірним; подальше подроблення об'єкта.

Зміна форми предмета. Сутність методу полягає у тому, щоб відійти від звичної, традиційної, геометричної форми предмета обробки.

Зміна характеру руху об'єкта чи процесу. Сутність методу:

- 1) замінити лінійний рух оберненим, і навпаки;
- 2) перейти від періодичного руху до неперіодичного, і навпаки;
- 3) здійснювати холості чи проміжні ходи;
- 4) змінити швидкість виконання окремих етапів процесу або всього процесу загалом;
- 5) виділити в об'єкті окремі частини, спроможні рухатися відносно один до одного.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Методи генерування нових ідей та визначення критеріїв оцінки прийняття технічних та технологічних рішень за темою дисертації.

Обговорення результатів практичного заняття, виконання означених завдань та отримання домашнього завдання.

Завдання 5.1. Застосування функціональних критеріїв для оцінювання параметрів технологій, техніки, систем (привести можливі функціональні критерії для оцінювання своїх досліджень за темою дисертації)

Для кожної машини функціональні критерії є кількісною характеристикою основних її показників. Серед них можна виділити такі групи критеріїв: робочі параметри; параметри надійності, точності й ефективності дій. З огляду поставлених задач у дисертаційному дослідженні розглянемо критерій точності. Критерій точності обчислюється на певних етапах методики дослідження та слугує для перевірки виконання геодезичних і картометричних методів у геоінформаційному середовищі. Метод Сімпсона (парабол) для визначення геодезичної площі враховує третій член розкладання (1):

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2. \quad (1)$$

Якщо $f(x)$ – проста функція, то можна обчислити $J_n(x)$ за n сегментів відрізка $[a, b]$, а потім подвоїти число відрізків $2n$ і знову обчислити цю площу $J_{2n}(x)$. Якщо $|J_{2n}(x) - J_n(x)| \leq \varepsilon$, то обчислення завершуються. В іншому випадку число сегментів знову збільшується вдвічі до тих пір, поки не буде досягнута необхідна точність. Очевидно, що величина похибки залежить від функції $f(x)$, її поведінки на кінцях відрізка інтегрування, отже, ніякої чисельний метод не може бути рекомендований як універсальний. Застосування конкретного методу залежить від виду підінтегральної функції $f(x)$.

Формули для оцінки точності методу Сімпсона буде так (2):

$$|R_c| \leq \frac{(b-a)^5}{2880n^4} M_4, \quad (2)$$

$$\text{де } M_2 = \max_{x \in [a,b]} |f''(x)|, M_4 = \max_{x \in [a,b]} |f^{(4)}(x)|.$$

Завдання 5.2. Оцінка результатів науково - дослідної роботи застосуванням критеріїв ефективності дій (визначити можливість застосування критеріїв ефективності дій в своїх дослідженнях).

Позначивши мету як M , результат – як P , основний результат – як P_0 і витрати – як B , вводять праксеологічні показники універсальної ефективності (табл. 1).

Якість результату являє собою відношення результату до мети дії:

$$K_P = P/M. \quad (1)$$

Якість основного результату – це відношення основного результату до мети дії:

$$K_{P_0} = P_0/M. \quad (2)$$

Неузгодженість результату – різниця між результатом і метою дії:

$$P_H = P - M. \quad (3)$$

Неузгодженість основного результату є різницею між основним результатом і метою дії:

$$P_{он} = P_0 - M. \quad (4)$$

Корисність результату становить різницю між результатом і витратами на реалізацію дії:

$$\chi = P - B. \quad (5)$$

Економічність результату являє собою відношення результату до витрат на реалізацію дії:

$$\eta = P/B. \quad (6)$$

Таблиця 1 – Практиологічні показники дисертаційного дослідження

№ з/п	Праксеологічні показники універсальної ефективності	Значення показників		
		1	0,5	0

№ з/п	Праксеологічні показники універсальної ефективності	Значення показників		
		1	0,5	0
	Мета дії (0;1]	Підвищено точність геодезичних і картометричних методів у геоінформаційних системах	Підвищено точність картометричних методів у геоінформаційних системах із постійним значенням точності розрахунку	—
	Основний результат [0;1]	Метричні властивості об'єкта визначені автоматично на референц-еліпсоїді у геоінформаційних системах	Метричні властивості об'єкта визначені на референц-еліпсоїді	Метричні властивості об'єкта неможливо визначити автоматично або з дуже низькою точністю
	Результат [0;1]	Метричні властивості об'єкта визначені автоматично на референц-еліпсоїді у геоінформаційних системах з вказаним користувачем значенням точності результатів розрахунків	Метричні властивості об'єкта визначені автоматично на референц-еліпсоїді	Метричні властивості об'єкта неможливо визначити автоматично або з дуже низькою точністю
	Витрати на реалізацію дії (0;1]	Не коректне визначення автоматично метричних властивостей об'єктів	Не коректне визначення метричних властивостей об'єктів	—
	K_p (0;1]	1	1	—
	K_{p0} (0;1]	1	1	—
	P_n [0;1]	0	0	0
	$P_{он}$ [0;1]	0	0	0
	χ [0;1]	0	0	0

№ з/п	Праксеологічні показники універсальної ефективності	Значення показників		
		1	0,5	0
	η [0;1]	1	1	–

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

Методики проведення теоретичних та експериментальних досліджень

Обговорення результатів практичного заняття та визначення змісту завдань.

Завдання 5.1. Розробка алгоритму побудови математичної моделі об'єкту, що підлягає дослідженню (*розробити схему алгоритму для побудови математичної моделі об'єкту, що підлягає дослідженню*).

Експерименти щодо геодезичних та картометричних методів включають такі етапи (рис. 2):

- визначення еталонних значень геодезичних та картометричних методів у середовищі MATLAB R2013b: стислий огляд формул, обґрунтування вибору формули, точність формул, програмування вибраних формул, документування сценарію виконання картометричних операцій;

- проведення експериментів в середовищі ГІС: опис вихідних дат і систем відліку, введення масиву точок, перетворення координат точок, експорт результатів перетворення координат, документування сценарію проведення експерименту;

- аналіз отриманих результатів експериментів: статистичний аналіз отриманих результатів, визначення величин спотворення на проекції Гаусса-Крюгера, сфері, еліпсоїді Красовського.

Особливостями переходу до строгих математичних методів на поверхні еліпсоїду є два аспекти: враховувати кривизну земної поверхні для довжин і площ об'єктів великих розмірів; відсутні математичні точні формули для площ довільних фігур на еліпсоїді.

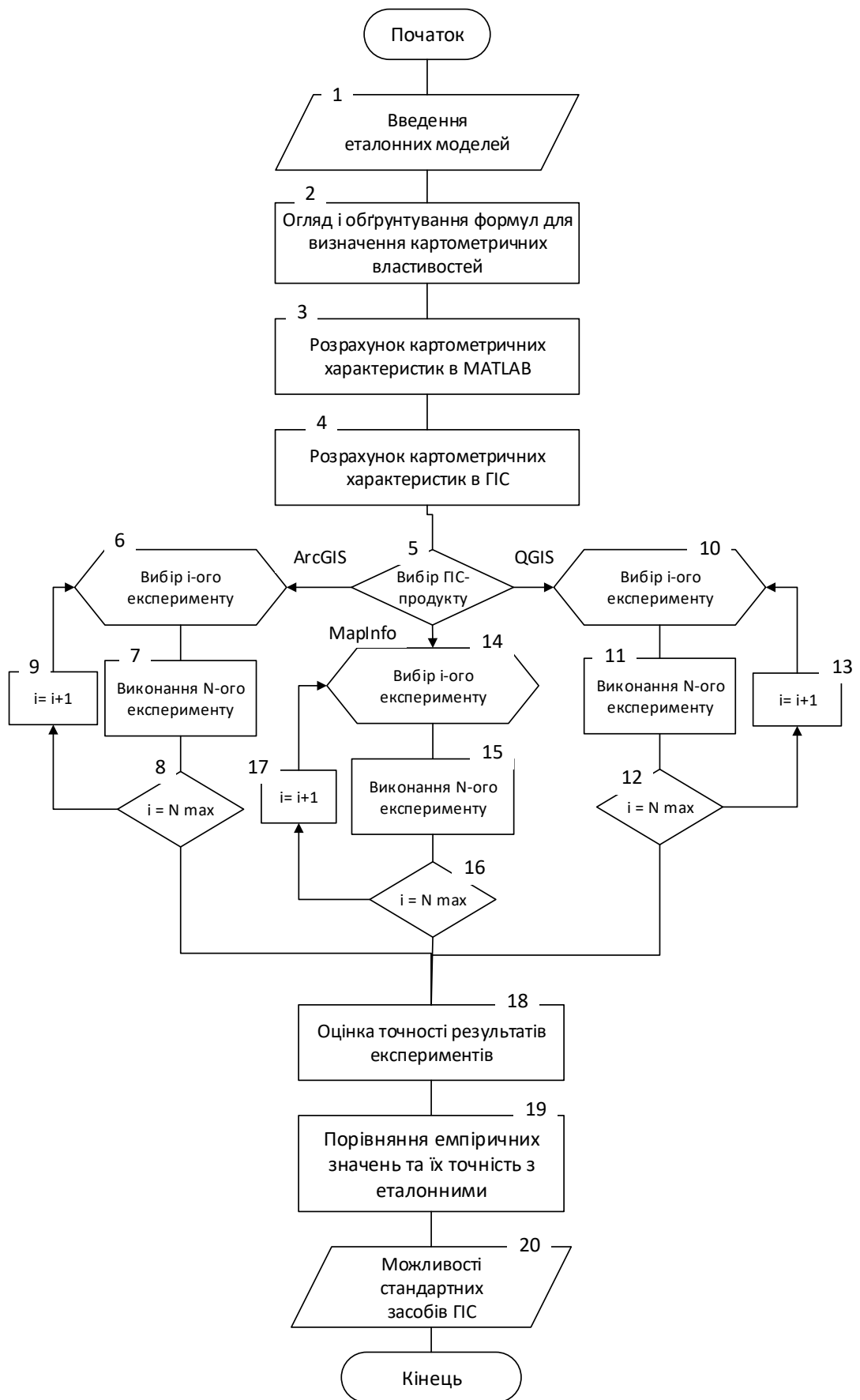


Рисунок 2 – Загальна схема методики дослідження

Завдання 5.2. Методика та послідовність проведення експериментальних досліджень (сформулювати основні положення Методика та послідовність проведення експериментальних досліджень).

Під час дослідження можливостей стандартних засобів ГІС дотримано такий принцип: сучасні комп'ютерні технології забезпечують реалізацію високоточних строгих математичних методів, що обумовило визначення картометричних характеристик не на аналогових картах, а за допомогою геоінформаційного моделювання.

Як було раніше зазначено, стандартні засоби у середовищі ГІС, невідомі або описані в загальному виді, що створює проблемні питання при використанні того чи іншого ГІС-продукту для певної задачі, наприклад, в кадастрових системах. Координати геопросторових об'єктів можуть бути задані в різних системах координат. Найчастіше це геодезичні координати B і L , задані на поверхні еліпсоїда, або прямокутні координати Гаусса-Крюгера, редуковані на площину. Редукування ще одного виду полягає в тому, що геодезичні координати B і L відносять до кулі(сфери) заданого радіуса, чим спрощуються подальші обчислення. В математичній картографії часто застосовують проектування еліпсоїда на кулю, виконуючи певні умови. При цьому подальші обчислення значно спрощені в порівнянні з обчисленнями на еліпсоїді [1].

Отже, за видом редукування на поверхню віднесення аналітичні методи визначення площ поділяються до віднесення на такі, в яких задіяні [1]:

- площина як ортогональна проекція на горизонтальну площину;
- площина Гаусса-Крюгера або інша картографічна проекція;
- земна куля (сфера);
- референц-еліпсоїд.

З огляду вітчизняного та міжнародного досвіду і нормативно-правої бази щодо картометричних операцій в середовищі ГІС висунуто чотири гіпотези, які дозволять визначити застосування тієї чи іншої математичної моделі Землі у

певних ГІС-продуктах:

- гіпотеза № 1: геодезичні та картометричні операції виконуються на Декартовій системі координат;
- гіпотеза № 2: геодезичні та картометричні операції виконуються на площині проекції еліпсоїда;
- гіпотеза № 3: геодезичні та картометричні операції виконуються на поверхні еліпсоїда;
- гіпотеза № 4: геодезичні та картометричні операції виконуються на поверхні сфери.

Для підтвердження або спростування визначених гіпотез проведено 5 експериментів:

- експеримент №1: визначення геодезичних координат (B, L) по прямокутним координатам (x, y) в проекції Гаусса-Крюгера;
- експеримент №2: визначення прямокутних координат (x, y) в проекції Гаусса-Крюгера по геодезичним координатах B та L.
- експеримент №3: перетворення прямокутних координат (x, y) із однієї зони Гаусса-Крюгера в іншу.
- експеримент №4: перехід від відстані на еліпсоїді до відстані на площині в проекції Гаусса-Крюгера.
- експеримент №5: визначення площі геопросторових об'єктів в проекції Гаусса-Крюгера, на еліпсоїді Красовського та сфері.

Слід зазначити, що сфера розглянута додатково, так як у дослідженні дві із використаних ГІС, відповідно до їх керівництва користувача, розраховують картометричні властивості на сфері.

Завдання 5.3. Визначення потрібної кількості експериментальних дослідів (розрахувати необхідну кількість експериментальних дослідів за заданої точності і надійності результатів вимірювання).

$$n = \frac{t^2 \sigma^2}{\Delta^2}, \quad (7)$$

$\Delta x = 0,001$ м – задана точність;

$P = 0,999$ – задана надійність; $t = 5,04$ – норма, що визначає гарантовану вірогідність відхилення середньої малої вибірки від середньої генеральної сукупності;

$\sigma = 0,014$ – довірча вірогідність; $n = 5$ – кількість експериментальних дослідів.