

СПОСІБ ПОБУДОВИ ГІПЕРБОЛІЧНИХ СІТОК
ЗА ДАНИМИ ВИМІРЯНИХ РІЗНИЦЬ ВІДДАЛЕЙ

О. Денисов, М. Петрів

Національний університет "Львівська політехніка"

Ключові слова: координатна сітка, гіперболічні координати.

Постановка проблеми

Математичною основою карти є сукупність елементів, за допомогою яких встановлюється математичний зв'язок між картою і поверхнею, яка на ній відображається. До математичних елементів карти належать масштаб, картографічні проекції та координатна сітка. Загалом поняття "координатна сітка" являє собою плоске зображення сукупності ліній земного еліпсоїда, подано на карті відповідними лініями. Геодезичною основою карти є сукупність геодезичних даних, які використовуються для створення карти. Елементами геодезичної основи карти є опорні пункти, координати яких задано у вибраній для виконання геодезичних робіт системі координат, та координатна сітка, побудована в тій самій системі координат.

Для проектування та виконання морських геодезичних робіт виникає потреба у побудові на робочому планшеті на заданий район морської акваторії координатної сітки. Із застосуванням радіотехнічних систем місцеположення пунктів та окремих об'єктів у морських умовах визначається в системі гіперболічних координат. З урахуванням цього на планшеті, окрім кілометрової координатної сітки, викреслюється також гіперболічна координатна сітка.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

У літературі описано три способи побудови гіперболічних координатних сіток: графічний, за допоміжними точками та за координатами точок гіпербол. Графічний спосіб застосовують для проведення вимірвальних робіт низької точності, а також для швидкого наближеного визначення місцеположення рухомого об'єкта. Другий спосіб використовують у випадках підвищеної точності визначення місцеположення в морських умовах. Третій спосіб належить до категорії способів найвищої точності визначень в морських умовах. З аналізу названих способів можна зробити такі висновки: перші два способи достатньо прості щодо їх побудови, але використовуються у випадках, коли район робіт відображається на листі карти разом з опорними пунктами; третій – вимагає застосування великої кількості формул та додаткових графічних креслень.

Виклад основного матеріалу

Пропонуємо значно простіший за всіма показниками спосіб побудови гіперболічних сіток, який можна використовувати для виконання морських геодезичних робіт високої точності. Розглянемо суть цього способу.

Як відомо, гіперболічна сітка зображається ізолініями двох сімей. Кожна сім'я ізоліній будується відносно двох берегових опорних пунктів, які є фокусами гіпербол цієї сім'ї. В практиці використання радіотехнічних систем здебільшого як опорні пункти вибирають три такі пункти, один з яких приймається як опорний одночасно для двох сімей. Такий пункт називається центральним (на рисунку пункт 3), два інші пункти – бокові (на рисунку пункти 1 і 2). Місцеположення пункту визначень завжди збігається з точкою перетину двох ізоліній положення різних сімей.

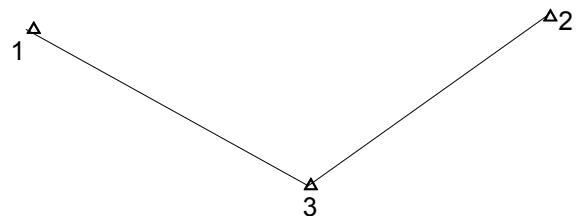
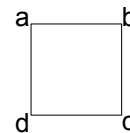


Схема району робіт і опорних пунктів

Послідовність побудови гіперболічної сітки пропонуванним способом розглянемо на прикладі сім'ї 3-1. Вихідними даними для побудови гіперболічної сітки цієї сім'ї є плоскі прямокутні координати x , y пунктів 1 і 3 та кутових точок району робіт (на рисунку точки a , b , c , d). Із розв'язання оберненої геодезичної задачі між опорними пунктами і кутовими точками району робіт знаходимо віддалі $r_{1,i}$ і $r_{3,i}$, де i – нумерація точок a , b , c , d . З обчислених чотирьох віддалей $r_{1,i}$ знаходимо їхні мінімальне і максимальне значення $r_{1\min}$ і $r_{1\max}$. З аналогічних обчислень щодо віддалей $r_{3,i}$ отримуємо величини $r_{3\min}$ і $r_{3\max}$. Отримані мінімальні й максимальні значення віддалей заокруглюємо до величин, кратних l – різниці числових значень сусідніх координатних ліній створеної гіперболічної сітки.

Наступним етапом є обчислення довжин сторін, які потрапляють в інтервал між заокругленими мінімальним і максимальним значеннями віддалей окремо для ліній відносно опорних пунктів 1 і 3. Прийmemo,

що віддаль $r_{1,1}$ дорівнює заокругленому значенню $r_{1\min}$. Тоді віддаль $r_{1,2}$ дорівнюватиме віддалі $r_{1,1}$, збільшеній на величину l , а $r_{1,3} = r_{1,2} + l$. Такі обчислення здійснюються до виконання умови $r_{1,i} = r_{1\max}$, де i – кількість довжин ліній для цієї сім'ї. На підставі таких обчислень отримуємо сім'ю довжин ліній відносно опорного пункту 1. Аналогічні обчислення виконуються щодо довжин ліній відносно опорного пункту 3.

У результаті маємо два опорні пункти з відомими плоскими прямокутними координатами і дві сім'ї довжин ліній від цих пунктів до точок заданого району виконання промірних робіт. Такі дані є вихідними для розв'язування лінійної засічки. Тому всі подальші обчислення полягають у застосуванні формул лінійної засічки для отримання координат точок, які відповідають положенню точок перетину кіл, центрами яких є опорні пункти 1 і 3, та з радіусами кіл, які дорівнюють отриманим довжинам ліній $r_{1,i}$ і $r_{3,i}$. Існування двох сімей довжин ліній є підставою для поступового розв'язування низки лінійних засічок з використанням довжин ліній $r_{1,i}$ і $r_{3,i}$ в їх комбінаціях в кожній окремії задачі, як показано в таблиці.

Комбінації довжин ліній

| | $r_{1,1}$ | $r_{1,2}$ | $r_{1,3}$ | $r_{1,i}$ |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $r_{3,1}$ | 1 | 2 | 3 | i |
| $r_{3,2}$ | $1+i$ | $2+i$ | $3+i$ | $i+i$ |
| $r_{3,3}$ | $1+2i$ | $2+2i$ | $3+2i$ | $i+2i$ |
| $r_{3,i}$ | $1+ii$ | $2+ii$ | $3+ii$ | $i+i$ |

Всередині таблиці наведено номери точок (від 1 до $i+ii$), координати яких визначають з розв'язування лінійних засічок з усіх комбінацій довжин ліній $r_{1,i}$ і $r_{3,i}$. Зауважимо, що точки, розташовані в діагональних клітинках таблиці (наприклад, точки 1, $2+i$, $3+2i$, $i+ii$), являють собою точки з однаковими різницями довжин ліній $r_{3,i} - r_{1,i}$. Після розв'язування всіх засічок за отриманими координатами названих точок їх наносять на робочий планшет або на карту району робіт. З'єднуючи точки з однаковими різницями довжин ліній, отримуємо ізолінії положення, що являють собою гіперболи, з величиною, що відповідає обчисленій гіперболічній координаті ($r_{3,i} - r_{1,i}$) сім'ї ізоліній 3-1. Зауважимо, що для всіх побудованих у такий спосіб ізоліній фокусами є опорні пункти 1 і 3.

Аналогічні обчислення і викреслення виконуємо щодо опорних пунктів 2 і 3. Викреслені за цією схемою дві сім'ї ізоліній положення являють собою гіперболічну сітку на заданий район промірних робіт у морських умовах.

Висновки

1. Для проведення обчислень за формулами лінійної засічки можна використовувати будь-який математичний пакет, наприклад, Excel, спроможний формувати таблиці координат точок. Побудову гіперболічної сітки на район промірних робіт пропонується виконувати з використанням пакета прикладних програм Surfer. Пояснюється така пропозиція високою точністю всіх графічних побудов із застосуванням цього пакета та дотриманням масштабу по обидвох координатних осях.

2. В описаному способі точність побудови гіперболічної сітки легко регулюється зменшенням або збільшенням щільності проведення ліній цієї сітки (величини l).

3. Переваги такого способу побудови гіперболічної сітки над іншими способами полягають у простоті його математичних обчислень і графічних побудов.

Література

1. Дзуліт П. Д. Основи морської геодезії та навігації: конспект лекцій / П. Д. Дзуліт, О. М. Денисов. – Львів: Національний університет “Львівська політехніка”, 2007. – 152 с.
2. Руководство по топографической съемке шельфа и внутренних водоемов. – М.: ЦНИИГАИК, 1982. – 283 с.

Спосіб побудови гіперболічних сіток за даними вимірюваних різниць віддалей

О. Денисов, М. Петрів

Наведено опис запропонованого способу побудови гіперболічної сітки з використанням елементів лінійної засічки. Показано його переваги над іншими способами таких робіт.

Способ построения гиперболических сеток по данным измеренных разностей расстояний

А. Денисов, М. Петрив

Приведено описание предлагаемого способа построения гиперболической сетки с использованием элементов линейной засечки. Показаны его преимущества перед существующими способами такого рода работ.

The method of constructing hyperbolic grids according to the differences of the measured distances

O. Denisov, M. Petriv

The description of the process of building a hyperbolic grid with elements of linear notches. Showing its advantages over existing methods of this kind of work.

**capturing
reality**

23 - 25 November 2015 | Salzburg, Austria

The 3D, laser scanning and
LiDAR technologies **forum**

ONE EVENT COMBINING:

SPAR
Europe

European
LiDAR
Mapping Forum

www.capturingrealityforum.com