

## ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ТОПОГРАФІЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОГО РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ

*В статті оцінюється можливість використання різних топографічних даних для створення цифрового рельєфу місцевості.*

**Ключові слова:** дистанційне зондування Землі, роздільна здатність, топографічні елементи місцевості, цифровий рельєф місцевості.

**Вступ.** У відомій літературі [1-5] недостатньо проаналізовані можливості використання різних топографічних даних для створення цифрового рельєфу місцевості.

**Матеріали і методи дослідження:** в статті оцінюється можливість використання різних топографічних даних для створення цифрового рельєфу місцевості.

**Виклад основного матеріалу.** *Вибір топографічних даних для створення цифрового рельєфу місцевості. Оцінка можливості використання даних дистанційного зондування Землі для створення цифрового рельєфу місцевості.* На сьогоднішній день дані супутникового моніторингу стають найважливішою складовою інформаційного забезпечення суспільства, необхідного для безпечного існування і стійкого економічного розвитку будь-якої держави. У коло активних споживачів космічної інформації в сучасній державній інфраструктурі входять метеослужби, міністерства, пов'язані з управлінням природними ресурсами, транспортом, будівництвом, картографією, енергетикою, а також силові відомства і природоохоронні організації. Для отримання необхідних даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) країни експлуатують власні космічні системи і купують космічну інформацію закордонних комерційних систем ДЗЗ.

Зараз на навколоремних орбітах знаходиться декілька десятків природоресурсних космічних апаратів (КА). Цінова політика надання матеріалів ДЗЗ залежить від того, яка організація надає матеріали, з якого джерела (супутника і спектрального каналу) замовляються матеріали. Для вирішення багатьох тематичних завдань необхідно скласти комплекти даних з різних приладів і з різних КА. Інформаційний продукт з різних КА відрізняється цілим рядом характеристик, серед них – якість (інтегрована характеристика) і вартість. У зв'язку з цим виникає необхідність оптимального планування збору супутникових даних за критеріями, які враховують параметри якості і фінансові характеристики.

Не дивлячись на те, що космонавтика активно встає на "комерційні рейки", висока вартість розробки і виготовлення супутників і не менш висока вартість їх запуску в космос, спільно дають дуже значну суму (від 100 млн. дол. США), що безпосередньо впливає на вироблення цінової політики відносно космічних знімків. Також в ціну входять витрати на створення і експлуатацію численних станцій прийому даних дистанційного зондування, витрати на зарплату фахівцям, які підтримують роботу супутника, інженерам і фахівцям інших напрямів, які забезпечують безперебійний потік даних від супутника безпосередньо до замовника.

Таким чином, незважаючи на запуски нових супутників і зростання конкуренції, в найближчі 10-15 років падіння цін на інформацію про дистанційне зондування Землі не передбачається. При цьому в зниженні цін зацікавлені абсолютно всі – компаніям-операторам супутників і компаніям, що поширюють космічні знімки, це необхідно для

залучення нових замовників, а замовникам - для зниження собівартості виконуваних ними робіт, але факти в наявності. Конкуренція в космічній галузі через фінансову грандіозність проектів розвивається надзвичайно повільно і саме це є основною причиною довготривалої стабілізації цін з незначним коефіцієнтом зниження.

Як приклад проаналізуємо ціни на надання послуг з ДЗЗ вітчизняного ТОВ "ТВІС" (03680 м. Київ, пр. Паладіна, 44) [6].

На підставі дистриб'юторських і партнерських угод зі світовими операторами космічних програм ТОВ "ТВІС" поширює дані високої і надвисокої роздільної здатності з супутників Geoeye - 1, IKONOS, QuickBird - 2, WorldView - 1, Rapideye, RadarSat, EROS - B, ALOS, TerraSAR - X, IRS, Cartosat, ResourceSat.

Космічний апарат США (табл. 1) GeoEye –1 запущений 6 вересня 2008 року, має найвищу роздільну здатність серед усіх комерційних супутників. Супутник виведено на полярну сонячно-синхронну орбіту заввишки 681 км, що забезпечує його проходження над будь-яким районом Землі кожні 2 дні (залежно від широти). Супутник призначений для отримання цифрових зображень земної поверхні з просторовою роздільною здатністю 41 см в панхроматичному режимі і 1,65 м в мультиспектральному режимі при зйомці в надир. Згідно із законодавством США, ці зйомки для комерційних організацій штучно закругляються до 50 см і 2 метрів відповідно.

Супутник GeoEye – 1 має високу маневреність, що дозволяє отримувати великий обсяг даних за один проліт. Розрахунковий термін перебування на орбіті становить 7 років [2].

Таблиця 1 – Вартість отримання даних з супутника GeoEye-1

Послуга	Ціна за км <sup>2</sup>	Мінімальне замовлення
Нова зйомка	35 у.о.	100 км <sup>2</sup>
Нова стереозйомка	66 у.о.	100 км <sup>2</sup>
Архівна зйомка	18 у.о.	49 км <sup>2</sup>

Супутники США ДЗЗ високої роздільної здатності WorldView–1 і WorldView –2 (табл. 2) були запущені відповідно в 2007 і 2009 роках. На даний час ці супутники дозволяють отримувати дані з роздільною здатністю 50 см/піксель і є основними постачальниками точних знімків. WorldView–2–комерційний апарат з восьмиканальним спектрометром високої роздільної здатності, який включає традиційні спектральні канали в діапазонах: червоний, зелений, синій і ближній інфрачервоний–1 (NIR –1), а також чотири додаткові спектральні канали в діапазонах: фіолетовий (чи прибережний - coastal), жовтий, "крайній червоний" (red edge), ближній інфрачервоний – 2 (NIR - 2). Спектральні канали супутника WorldView – 2 можуть забезпечити вищу точність при аналізі стану рослинності, виділенні об'єктів, аналізі берегової лінії і прибережної акваторії. Дані WorldView - 2 мають точність 6 м [8].

Таблиця 2 – Вартість отримання даних з супутника WorldView

Послуга	Мінімальне замовлення	Ціна за км <sup>2</sup>
Нова зйомка (PAN, MSI или PSM)	90 км <sup>2</sup>	30 у.о.
Нова зйомка (комплект PAN+MSI)	90 км <sup>2</sup>	35 у.о.
Архів(PAN, MSI или PSM)	25 км <sup>2</sup>	22 у.о.
Архів(комплект PAN+MSI)	25 км <sup>2</sup>	26 у.о.

Ізраїльський супутник EROS - В (табл. 3) був запущений 25 квітня 2006 року російською ракетою "Старт-1" з полігону «Свободний» в Амурській області. У класі цивільних супутників детальної зйомки Землі EROS - В є єдиним космічним апаратом класу міні: при масі 290 кг він передає на Землю зображення з просторовою роздільною здатністю 0,7 м. Супутник відноситься до апаратів подвійного використання і використовується для інформаційного забезпечення силових відомств державних цивільних структур і комерційних компаній [9].

Таблиця 3 – Вартість отримання даних з супутника EROS-B

Послуга	Мінімальне замовлення	Ціна за сцену	Ціна за км <sup>2</sup>
Нова зйомка PAN	1 сцена (49 км <sup>2</sup> )	1265 у.о.	-
Нова стереозйомка	2 сцени (49 км <sup>2</sup> )	2490 у.о.	-
Архівна зйомка PAN	25 км <sup>2</sup>	637 у.о.	13 у.о.

Японський супутник ALOS (табл. 4) був запущений 24 січня 2006 року з японського космодрому Танегашіма і виведений на сонячно-синхронну орбіту заввишки 691,65 км. Власником супутника є японське аерокосмічне агентство JAXA. Супутник ALOS оснащений: картографічною стереокамерою PRISM, що дозволяє отримувати знімки з роздільною здатністю до 2,5 м; мультиспектральною камерою (AVNIR – 2) для отримання кольорових знімків з роздільною здатністю 10 м; радаром PALSAR L – діапазону, призначеним для цілодобового і всепогодного спостереження Землі, що дозволяє отримувати зображення з роздільною здатністю від 10 до 100 метрів. Сенсор PRISM складається з трьох об'єктивів для зйомки вперед, вниз і назад. PRISM забезпечує не лише високу роздільну здатність, але також і ширину смуги покриття до 70 км [10].

Таблиця 4 – Вартість отримання даних з супутника ALOS

Отримувані дані	Ціна за сцену
Панхром 2,5 м (кадр 35км x35км)	1100 у.о.
Мультиспектр 10 м (кадр 70км x70км) 4 канала	1100 у.о.

Індійська космічна програма IRS (Indian Remote Sensing satellites) успішно функціонує з 1988 року з моменту запуску першого супутника цієї серії IRS – 1А. Космічний апарат IRS – 1С був запущений 28 грудня 1995 року російською ракетою "Молнія" з космодрому Байконур (Казахстан). IRS - 1D був запущений 29 вересня 1996 року за допомогою ракети PSLV - С1 з космічного центру ім. Сатиша Дхвана (о. Шрихарикота). Супутники IRS - 1С, IRS–1D (табл. 5) були виведені на полярну сонячно-синхронну орбіту заввишки 817 км і 373-823 км відповідно. Супутники призначені для отримання цифрових зображень земної поверхні з просторовою роздільною здатністю 5,8 м в панхроматичному режимі, з роздільною здатністю 23,5 і 70 м в мультиспектральному режимі (LISS - 3), а також з роздільною здатністю 188 м (WiFS) [11].

Для порівняння проаналізовані ціни на надання послуг з ДЗЗ російської фірми СОВЗОНД (табл.6) [12].

Аналіз показує, що в різних організаціях і комерційних фірмах на однотипну космічну інформацію ціни різняться несуттєво. Тому нескладно розрахувати межі

вартості знімків, необхідних для придбання і складання цифрової карти рельєфу усієї території України. При цьому треба врахувати те, що для складання цифрової карти рельєфу потрібні або дані альтиметричної зйомки з супутника, подібного RadarSat, або стереографічні знімки місцевості з високою роздільною здатністю.

Таблиця 5 – Вартість отримання даних з супутника IRS

Отримані дані	Розмір кадру	Ціна	Частина кадру
PAN, 5.80 м/піксель, чорно-біле зображення (панхром)	(23 x 23) км	435 у.о.	1/9
PAN, 5.80 м/піксель	(23 x 46) км	690 у.о.	2/9
PAN, 5.80 м/піксель	(23 x 70) км	975 у.о.	1/3
PAN, 5.80 м/піксель	(46 x 46) км	1260 у.о.	4/9
PAN, 5.80 м/піксель	(46 x 70) км	1830 у.о.	2/3
PAN, 5.80 м/піксель	(70 x 70) км	2205 у.о.	кадр
LISS-3, мультиспектральні дані, 23.50 м/піксель	(70 x 70) км	290 у.о.	1/4
LISS-3, 23.50 м/піксель	(70 x 140) км	540 у.о.	1/2
LISS-3, 23.50 м/піксель	(140 x 140) км	900 у.о.	кадр

Для території України, площа якої складає 603,7 тисячі квадратних кілометрів, вартість виражатиметься в межах від 8 млн. у.о. до 40 млн. у.о.

Ніякий вищий навчальний заклад країни, та і велика частина державних установ не в змозі придбати космічні знімки для цілей складання цифрових карт рельєфу місцевості за подібні гроші.

Тому на цьому етапі розвитку економіки застосовувати метод створення цифрового рельєфу місцевості на основі даних дистанційного зондування Землі не має змоги.

Таблиця 6 – Вартість отримання даних фірми СОВЗОНД

Супутник/сенсор	Держава / агентство	Ціна знімка, у.о	Ширина полоси зйомки / кадра	Роздільна здатність, м
Meteosat / MVIRI	ЕКА	113	півкуля	2500
NOAA / AVHRR	США	115	2400км	1000
Ресурс-О / МСУ-СК	Росія	1300	600 км	150
IRS	Індія	300	130 км	36
MOS	Японія	316	100 км	50
Landsat / MSS	США	1233	(185x170) км	80
Ресурс-О / МСУ-Э	Росія	200	45 км	35
Landsat / TM	США	5180	(185x170) км	30
Spot / XS	Франція	2487	60 км	20
Spot / P	Франція	3133	60 км	10

**Оцінка можливості топографічних карт для створення цифрового рельєфу місцевості. Типи даних топографічних карт для створення цифрового рельєфу місцевості.** Топографічні елементи місцевості зображуються на топографічних картах у вигляді умовних знаків, знаючи які, можна уявити характер і взаємне розташування місцевих предметів. Абсолютно всі об'єкти місцевості позначити неможливо, навіть на

карті найбільшого масштабу. З метою підвищення наочності та читання топографічної карти дрібні та незначні об'єкти на ній не позначаються.

Умовними знаками топографічних карт називається система графічних, літерних, цифрових та кольорових позначень, яка дозволяє зобразити місцевість на карті. До умовних знаків завжди ставилися серйозні вимоги, основними з яких є:

- знаків не повинно бути багато, оскільки їх усі треба знати;
- знаки мають нагадувати об'єкт, який зображується;
- знаки мають бути досить простими для накреслення та запам'ятовування.

Тому умовні знаки періодично змінюються. На даний час використовуються умовні знаки, прийняті у 1983 році. Умовні знаки стандартні і обов'язкові для всіх відомств та установ, що займаються створенням топографічних карт. На всіх топографічних картах умовні знаки одних і тих самих об'єктів загалом однакові й відрізняються тільки розмірами. Цим і забезпечується стандартність умовних знаків і полегшується читання карт різних масштабів.

Графічні умовні знаки поділяються на масштабні, позамасштабні, лінійні та пояснювальні.

Масштабні (контурні) умовні знаки застосовуються для зображення місцевих предметів, розміри яких виражені у масштабі карти і можна визначити площу такого об'єкта (ліс, лука, чагарник, болото тощо). Зовнішні межі (контури) таких об'єктів позначаються на карті точковим пунктиром, якщо вони не збігаються з лініями місцевості (дорогами, річками тощо).

До пояснювальних знаків належать ті, що вказують на вид рослинності, напрямок течії річок, глибину болота тощо.

Позамасштабні умовні знаки застосовуються для зображення об'єктів, розміри яких не можна показати у масштабі карти (башти, колодязі, пам'ятники, окремі дерева тощо), а отже, не можна визначити за картою шляхом вимірювань. Точне розташування цих предметів визначається головними точками, якими і користуються при визначенні координат, вимірюванні відстаней та вирішенні інших завдань. Лінійними знаками позначаються об'єкти місцевості, у яких за картою можна вимірювати довжину, але не можна вимірювати ширину (дороги, канали, нафтопроводи, лінії електропередач тощо). Крім графічних умовних знаків, якими позначаються місцеві предмети, для додаткової характеристики застосовуються повні й скорочені підписи та цифрові позначення.

Для підвищення наочності топографічні карти друкуються у кольорах, що відповідають забарвленню об'єктів місцевості: ліс – зеленим, гідрографія – синім, рельєф і піски – коричневим, щільно забудовані квартали населених пунктів та автошляхи з покриттям – жовтогарячим кольором.

Топографічні дані – це дані, нанесені (рис.1) на топографічні карти. Топографічна карта – детальна великомасштабна загальногеографічна карта, яка відображає розміщення та властивості основних природних та соціально-економічних об'єктів і дає можливість визначити їхнє планове та висотне положення.

Топографічні карти створюються (складаються) головним чином на основі: обробки аерофотознімків території; шляхом безпосередніх вимірювань і зйомок об'єктів місцевості; картографічними методами за вже наявними картами більших масштабів. Основними методами топографічного знімання є польовий та камеральний (лабораторний).

Як і будь-яка інша географічна карта, топографічна карта є зменшеним, узагальненим і образно-знаковим зображенням місцевості. Вона створюється за певними математичними законами, які зводять до мінімуму спотворення, що неминуче виникають при перенесенні поверхні земного еліпсоїда на площину, і, разом із тим, забезпечують максимальну її точність, на відміну від інших картографічних виробів.



Рис. 1 – Вирізка частини топографічної карти.

До топографічних даних відносять:

1. Рельєф у вигляді ізовисотних ліній.

Кожен умовний знак несе певну інформацію про місцевий предмет. Дуже важливо вміти якомога повніше розкрити зміст умовного знаку. За формою і накресленням умовного знаку спочатку визначають, який місцевий предмет зображено, а потім докладно, за додатковими елементами малюнка основного умовного знаку, пояснювальними знаками, підписами й цифрами визначають характер зображеного на карті місцевого предмета.

2. Населені пункти.

Населені пункти залежно від характеру виробничої діяльності населення та кількості мешканців у них, поділяють на міста, селища міського типу, селища сільського й дачного типів. Населені пункти, промислові та сільськогосподарські підприємства зображуються на великомасштабних картах з дотриманням їх зовнішньої межі і характеру планування, з показом вулиць, перехресть, площ, парків, садів тощо. Населені пункти при зображенні на картах поділяють за типом поселення, чисельністю мешканців і політико-адміністративним значенням.

Найважливіше значення мають міста: великі – понад 100 тисяч мешканців, середні – від 50 до 100 тисяч мешканців і малі – менше 50 тисяч мешканців.

Типи (категорії) населених пунктів і чисельність мешканців у них позначають на картах накресленням шрифтів офіційних назв цих пунктів. Міста підписуються прямим шрифтом великими літерами, селища міського типу – нахиленим (праворуч) шрифтом великими літерами, селища сільського типу – прямим шрифтом малими літерами.

Під назвою населеного пункту сільського типу вказується кількість мешканців у тисячах. Чим більшими літерами написана назва населеного пункту, тим більший він за своїм адміністративним значенням або за кількістю мешканців. Неофіційні назви населених пунктів, прийняті серед місцевих мешканців, указуються у дужках під офіційною назвою. Якщо назву населеного пункту підкреслено тонкою лінією – це означає, що поблизу є залізнична станція або пристань з такою ж назвою.

Магістральні й головні проїзди через населені пункти виділяються більш

широким умовним знаком. Як правило, таким умовним знаком позначають ті вулиці, які з'єднують за найкоротшою відстанню дороги вищих класів, що підходять до населеного пункту. Залежно від розмірів зайнятої площі, промислові, сільськогосподарські та соціально-культурні об'єкти на території населених пунктів позначаються масштабними або позамасштабними умовними знаками з відповідними скороченими пояснювальними підписами.

Окремі місцеві предмети, що мають значення орієнтирів, наносяться на карту найбільш точно. До їх числа належать: видатні пам'ятники й монументи, телевежі й радіощогли, шахти й штольні, церкви, кургани тощо.

### 3. Дорожня мережа.

Дорожня мережа позначається на топографічних картах дуже детально. Необхідно не лише знати, але й чітко уявляти характер і властивості кожної дороги.

Залізниці позначають на картах усі без винятку і класифікують:

- за шириною колії (нормальної колії, вузькоколії або трамвайні шляхи);
- за видом тяги (електрифіковані та не електрифіковані);
- за кількістю колій (одноколіїні, двоколіїні, триколіїні);
- за станом (діючі; ті, що будуються; розібрані).

На залізницях позначаються станції, роз'їзди, платформи, депо, колійні пости й будки, насипи, виїмки, мости, тунелі тощо. Автомобільні та ґрунтові дороги при зображенні на картах поділяють на дороги з покриттям і без покриття. До доріг із покриттям належать: автомагістралі (автостради), автомобільні дороги з удосконаленим покриттям (удосконалені шосе) та автомобільні дороги з покриттям (шосе).

На топографічних картах позначаються усі наявні на місцевості дороги з покриттям. Вони накреслюються у дві лінії і зафарбовуються жовтогарячим кольором. Цифрами та скороченими написами вказуються ширина дороги, ширина і матеріал покриття, які підписують безпосередньо на умовних знаках дороги. Наприклад, на шосе підпис 8(12)А означає: 8 – ширина проїжджої частини у метрах, 12 – ширина земляного полотна у метрах, А – матеріал покриття (асфальт).

Автомобільні дороги з покриттям допускають рух транспорту протягом року. Лінії зв'язку вздовж доріг позначають на картах лише тоді, коли вони відходять від дороги.

На топографічних картах також позначають: автомобільні дороги без покриття (покрашені ґрунтові дороги), ґрунтові дороги (путівці), польові й лісові дороги та стежки. Автодороги без покриття – профільовані дороги, які не мають основи і покриття. Проїжджа частина систематично ремонтується та укріплюється щебенем, гравієм, піском. Більшу частину року ці дороги придатні для руху автотранспорту середньої вантажопідйомності. Зображуються на картах двома лініями без зафарбовування, з підписом, як правило, ширини земляного полотна.

Ґрунтові дороги – непрофільні, без покриття, їхня прохідність залежить від якості ґрунту, пори року і погоди. На картах зображуються однією чорною лінією.

Польові й лісові дороги – тимчасові ґрунтові дороги, рух якими здійснюється епізодично, головним чином, у період польових робіт або лісорозробок. На карті зображуються чорними переривчастими лініями.

У важкодоступних гірських та пустельних районах на картах позначаються і стежки, придатні для пішого руху. Вони також зображуються чорними переривчастими лініями, але дрібнішими, ніж у польових доріг. Ділянки польових доріг, що проходять через болотисті місця, обладнуються фашинами (пучки хмизу, перев'язані лозиною або дротом), гатями (поперечні настили з колод) і греблями (невисокі насипи на заболочених ділянках).



На автомобільних дорогах позначаються мости, тунелі, труби, насипи, виїмки.

Для мостів менше і понад 3 м застосовуються різні умовні знаки. У знаках найважливіших мостів даються технічні характеристики.

#### 4. Гідрографія.

На топографічних картах позначають прибережну частину морів, озера, річки, ставки, струмки, колодязі та інші водойми. Біля них підписуються їхні назви. Елементи гідрографії позначають на картах синім кольором. Для постійної та визначеної берегової лінії застосовується суцільний знак, для непостійної ( водойми, що пересихають) і невизначеної ( водойми, що мігрують) – штриховий знак, для підземної та берегової лінії, що зникає – пунктирний знак.

Річки, струмки, канали та магістральні канали позначаються на картах усі без винятку, причому у дві лінії позначаються на картах 1:25000 і 1:50000 при їхній ширині 5 метрів і більше, на картах 1:100000 – 10 метрів і більше.

Ширину та глибину річок (каналів) у метрах підписують у вигляді дробу, у числівнику – ширина, у знаменнику – глибина й характер ґрунту дна. Такі характеристики подаються в кількох місцях уздовж лінії річки (каналу). Назви судноплавних водоймищ підписуються великими літерами, несудноплавних – малими. Напрямок течії річок указується стрілкою із зазначенням швидкості течії (м/с).

На річках і каналах позначаються мости, шлюзи, греблі, паромі, броди й даються їхні характеристики. Урізи води (цифри біля синього кружечка на березі водойми) означають висоту рівня води у межах над рівнем моря (в метрах).

Умовні знаки колодязів та інших джерел супроводжуються пояснювальними підписами та, у необхідних випадках, цифровими характеристиками про місткість і глибину вододжерела, якість води.

#### 5. Ґрунтово-рослинний покрив.

Ґрунтово-рослинний покрив зображується найчастіше масштабними умовними знаками у комбінації з пояснювальними написами та кольорами. Площі, зайняті деревинною рослинністю, замальовуються зеленою фарбою, зайняті чагарником і низькорослою деревинною рослинністю – світло-зеленою фарбою, трав'яна рослинність має білий фон.

Породу дерева позначають значком листяного, хвойного дерева або їхнім поєднанням, коли ліс змішаний. При наявності даних про висоту, товщину дерев та густоту лісу вказується його характеристика.

У лісових масивах позначаються просіки та нумерація кварталів.

Для окремих елементів рослинності застосовуються лінійні (вузькі смуги лісу, живі огорожі) та позамасштабні умовні знаки (окремі дерева, кущі, невеликі гаї тощо).

Ґрунти на картах позначаються лише ті, які різко відрізняються характером своєї поверхні від навколишнього середовища (солончаки, піски, такири, кам'яністі поверхні тощо). Кожен із цих різновидів ґрунту легко розпізнається на карті за коричневим забарвленням умовного знаку, за винятком боліт і солончаків, які виділяються горизонтальною та вертикальною штриховкою синього кольору. Схема ґрунтів усього району та текстова довідка про них даються на зворотному боці карти масштабу 1:200000.

Болота позначаються на карті штриховкою синього кольору з поділом їх на прохідні (перервана штриховка), важкопрохідні та непрохідні (суцільна штриховка). Прохідними прийнято вважати болота глибиною не більше 0,6 м, їх глибину на картах, як правило, не підписують.

Глибину важкопрохідних і непрохідних боліт підписують поруч з вертикальною стрілкою, яка вказує на місце проміру.



## 6. Місцеві предмети.

Місцеві предмети наносяться на топографічну карту з високою точністю: до 0,2 мм – місцеві предмети, що виділяються висотою (геодезичні пункти, труби, башти тощо); до 0,5 мм – інші точки місцевих предметів і контурів (доріг, річок тощо); до 1 мм – не різко виражені контури (межі боліт, чагарників тощо).

**Топографічні дані про рельєф, що використовуються для створення цифрового рельєфу місцевості.** Рельєф – сукупність просторових форм (нерівностей) земної поверхні. Він є одним із головних елементів географічного середовища. Характер рельєфу враховується при освоєнні та заселенні території, розвитку транспорту, промисловості, сільського господарства і будівництва, виборі місця для населених пунктів. Задача відображення рельєфу на сучасних картах загалом зводиться до двох моментів: рельєф на картах повинен бути пластичним, об'ємним, наочним; рельєф повинен бути вимірним; за картами важливо визначати абсолютні та відносні висоти, крутизну, довжину та експозицію схилів тощо.

Гора – значне за висотою куполоподібне або конічне підвищення, яке має підшову і вершину. Вершина буває найчастіше куполоподібної форми, але іноді являє собою майже горизонтальний майданчик – плато, або закінчується гострим піком. Зниження від вершини до підшови називають схилом. Схил може бути рівним, опуклим, увігнутим і хвилястим. Різкий перехід від стрімкого схилу до пологого називається виступом або терасою, а лінія, яка відокремлює терасу від стрімкого схилу, що лежить нижче, – брівкою. Гору висотою до 200 м називають горбом. Штучний горб – курганом.

Хребет – витягнуте підвищення, яке знижується в одному напрямку. Вододіл, або топографічний гребінь, – лінія, яка поєднує найвищі точки хребта. Хребет як типову форму потрібно відрізнити від гірського хребта – ланцюга гір, які спрямовані в один бік. До великих хребтів прилягають хребти менших розмірів, які називають відрогами.

Улоговина – замкнуте чашоподібне заглиблення (западина). Має край і дно (найнижчу точку). Іноді дно улоговини буває заболочене або зайняте озером. Невелику улоговину з незначною глибиною називають западиною. Улоговину дуже малих розмірів називають ямою.

Лощина – витягнуте заглиблення, яке знижується в одному напрямку. Лінія по дну, яка поєднує найнижчі точки лощини, називається водозливом. Не будь-яким водозливом тече вода, але будь-яка річка, струмок тече водозливом. До різних видів лощин належать долини, ущелини, яри та балки.

Сідловина – зниження на гребені хребта між двома сусідніми вершинами. Найнижча точка сідловини називається перевалом. У гірській місцевості шляхи сполучення через хребти, як правило, йдуть перевалами. Низько розташовані сідловини по обох схилах хребта або між двома гірськими хребтами називають гірськими проходами.

Характерні лінії (вододіли й водозливи) і точки (вершини, дно улоговин, перевали) рельєфу складають ніби скелет рельєфу, їх зображення і взаємне розташування визначає загальний характер рельєфу місцевості.

За характером рельєфу місцевість поділяють на рівнинну, горбкувату і гірську, яка в свою чергу поділяється на низькогірну, середньогірну і високогірну.

Рівнинна місцевість характеризується відсутністю різко виражених нерівностей земної поверхні, відносно невеликими перевищеннями (до 25 м) і порівняно малою стрімкістю схилів (до 20). Абсолютні висоти над рівнем моря – до 300 м.

Горбкувата місцевість характеризується хвилястим характером земної поверхні, яка утворює нерівності (горби) з абсолютними висотами до 500 м, відносними

перевищеннями 25-200 м і переважною стрімкістю схилів 2-3°. Низькогірна місцевість характеризується висотами над рівнем моря 500-1000 м, відносними перевищеннями 200-500 м, переважною стрімкістю схилів 5-10°. Порівняно з іншими видами гірської місцевості вона слабо розчленована, як правило, добре обжита і має досить розвинену мережу доріг. При відносно пологих схилах і невеликих висотах така місцевість практично доступна.

Середньогірна місцевість має висоти над рівнем моря приблизно 1000-2000 м, відносні перевищення від 500 до 1000 м і переважну стрімкість схилів 10-25°. Вона розчленована на добре виражені гірські масиви, пасма, їхні піки і гребені мають зглажені форми. Така місцевість часто має широкі гірські проходи, які використовуються для прокладання доріг. Ці дороги часто перетинають гірські хребти через перевали, які доступні для техніки протягом усього року або більшої його частини. Однак застосування техніки можливе лише на окремих напрямках. Загалом середньогірська місцевість потребує значних інженерних робіт для забезпечення її прохідності.

Високогірна місцевість характеризується висотами над рівнем моря понад 2000 м, відносними перевищеннями 1000 м і більше, зі стрімкістю схилів понад 25°. Високогірна місцевість розділена глибокими долинами й улоговинами на гірські хребти, їх піки і гребені часто вкриті снігом. Така місцевість, як правило, мало обжита, має мало гірських проходів і дуже рідку мережу доріг. Дороги вузькі і прокладені уздовж річок міжгір'ями, проходять через перевали, які розташовані на великих висотах, з крутими підйомами й малими радіусами поворотів. Перевали найчастіше розташовані вище снігової лінії і тому більшу частину року закриті.

Слабопересічена місцевість небагата на природні та штучні перешкоди, які легко здолати технікою в будь-якому напрямку. Рельєф місцевості звичайно рівнинний, рідше горбистий, природні перешкоди займають менше 10% від усїєї площі. Місцевість забезпечує задовільний огляд з командних висот, орієнтування.

Середньопересічена місцевість має близько 20% площі, зайнятої природними перешкодами. Це найпоширеніший різновид добре обжитої місцевості. Рельєф, як правило, горбистий, зрідка рівнинний.

Сильнопересічена місцевість відрізняється великою кількістю важкопрохідних природних перешкод – від ярів, ровів і балок до річок, каналів.

За умовами місцевість поділяють на відкриту, напівзакриту і закриту.

Відкрита місцевість являє собою рівну або злегка горбисту безлісну територію, до 75% площі якої добре проглядається в усіх напрямках з висот. На такій місцевості забезпечується добре спостереження.

Напівзакрита місцевість є перехідною від відкритої до закритої. Здебільшого на напівзакритій місцевості площа, яка зайнята природними схованками, складає близько 20%; з висот проглядається до 50% простору.

Закрита місцевість – це територія з гірським, горбистим або рівнинним рельєфом, вкрита лісами, чагарниками, садами з часто розташованими населеними пунктами. На такій місцевості площа, зайнята природними сховами, складає 30% і більше, а площа, що проглядається з командних висот, менша за 25%.

За ознакою прохідності місцевість поділяють на легкопрохідну, прохідну, важкопрохідну і непрохідну.

Легкопрохідна місцевість не обмежує швидкість і напрямок руху колісних та гусеничних машин, припускає безперепонне застосування техніки в розгорнутих строях і рух колон без зміцнення ґрунту.

Прохідна місцевість майже не обмежує швидкість, напрямок руху і дозволяє повторний рух по одному сліду гусеничних машин, хоча окремі місця потрібно

обходити чи зміцнювати. Рух колісних машин звичайної прохідності дещо ускладнений.

Важкопрохідна місцевість доступна для руху машин з невеликою швидкістю, обмежує свободу маневру і рух кількох машин по одному сліду. Рух колісних машин звичайної прохідності майже неможливий.

Непрохідна місцевість недоступна для руху гусеничних і колісних машин без виконання значних робіт з обладнання доріг.

**Обґрунтування вибору топографічних карт для створення цифрового рельєфу місцевості.** Існує декілька методів отримання цифрового рельєфу місцевості (ЦРМ).

Багато типів джерел початкових даних про рельєф спричинено різноманіттям способів отримання і організації первинних вимірювальних відомостей і їх похідних. Серед них геодезичні роботи і топографічна зйомка місцевості, стереофотограмметрична обробка знімків фототеодолітів, аеро- і космічних, альтиметричних зйомок (рельєфів суші), промірні роботи і ехолотування підводного рельєфу акваторій океанів і внутрішніх водоймищ, радіолокаційна зйомка рельєфу, льодовикового ложа і небесних тіл. Можна відмітити широко вживану супутникову і авіаційну стереозйомку (як оптичну, так і радіолокаційну), а також повітряне лазерне сканування, що характеризується, з одного боку, максимально високою точністю, а з іншого – дуже високою вартістю.

Тому методи створення ЦРМ засновані на даних ДЗЗ у теперішній час мало кому доступні, крім власників космічних апаратів.

Підґрунтя іншого методу створення ЦРМ складають топографічні карти і плани.

Однією з перешкод до використання їх для створення ЦРМ є секретність топографічних карт, зумовлена деякими специфічними особливостями їх змісту. Проте проблему можна розв'язати, якщо не включати секретну інформацію в ЦРМ відкритого використання. Такий підхід до засекречування цифрових карт вже пропонувався багатьма ГІС - спеціалістами, і обговорюється на конференціях, присвячених цьому питанню. За ЦРМ відкритого доступу треба залишити тільки ті об'єкти топографічних карт і їх характеристики, які не підпадають під режим секретності і не є надлишковими.

Географічна карта – це зменшена узагальнена модель земної поверхні на площині, яка відображає за допомогою умовних знаків розміщення, взаємозв'язки, якісні й кількісні характеристики різних природних і суспільних явищ. Карта – це одна з моделей дійсності, тому залежно від того, що потрібно змоделювати у конкретному випадку, створюють різні види карт.

Основною відзнакою карти є картографічне зображення, тобто зображення, виконане за допомогою певних графічних та інших засобів (умовних позначень або знаків), якими передають просторове розміщення, якісні та кількісні відмінності конкретних об'єктів.

Складовими (елементами) карти є картографічне зображення, математична основа, легенда та додаткові дані. Також кожна географічна карта має певні властивості. По-перше, карта є математично обґрунтованим зображенням. Саме за математичними законами розраховується ступінь зменшення розмірів реальних об'єктів, або їхній масштаб, при переході до картографічного зображення. Математичне обґрунтування мають картографічні проекції, за якими на картах подають "просторове розміщення дво- і тривимірних об'єктів реального світу (Земля в цілому, рельєф її поверхні тощо) на двомірній площині карти. По-друге, карта надає узагальнену картину дійсності або її складових.

На одній карті, навіть з мінімальним ступенем зменшення, неможливо

відобразити всі набуті людиною знання про предмети, явища чи процеси, які входять у коло її наукових чи практичних інтересів. Зважаючи на це, необхідним стає відбір об'єктів картографування, що супроводжується узагальненням характеристик, за якими ці об'єкти об'єднуються в певні групи (наприклад, будинки чи дерева взагалі, а не окреме дерево чи будинок, з притаманними тільки кожному з них ознаками).

Просторово-часова подібність картографічного зображення, тобто правильне відображення стану об'єкта в певний відрізок часу, на певну дату та подання на картах зв'язків, територіальної підпорядкованості, взаємного розміщення об'єктів.

Абстрактність зображення пов'язана з картографічною генералізацією. Вона полягає у відкиданні несуттєвих рис об'єкта, малозначущих подробиць, цілеспрямованому узагальненні характеристик.

Метричність карт дозволяє визначити за їх допомогою якісні й кількісні відмінності об'єктів.

Безперервність – це властивість, змістом якої є відсутність пропусків і розривів зображення (за винятком тих, що зумовлені картографічною проекцією).

Наочність забезпечує зорове сприйняття картографічного зображення просторових форм об'єктів, їхніх розмірів, розміщення, зв'язків. Читаність карти полегшує розпізнавання елементів і деталей зображення. Ця властивість тісно пов'язана з попередньою.

Оглядовість карти дозволяє одним поглядом охопити будь-яку за площею територію: від невеликої ділянки до планети в цілому тощо.

Інформативність карти забезпечується розміщенням на одиниці її площі значної кількості знаків, назв, кількісних показників і підвищується шляхом поєднання або перекриття знаків.

Ізолінії карти – це лінії, що з'єднують на карті точки з однаковими значеннями певних величин. Наприклад, горизонталі – точки висот, ізотерми – точки температури.

Одна з найголовніших переваг карт полягає в наявності системи координат. Географічні координати – широта й довгота – це кутові величини, що визначають положення будь-якої точки щодо екватора й початкового меридіана. Географічна широта – це кут між прямовисною лінією в даній точці й площиною екватора. А географічна довгота – кут між площиною меридіана, що проходить через дану точку, й площиною початкового меридіана. Широти та довготи визначаються за даними астрономічних і геодезичних спостережень, а на географічні карти наносять лінії паралелей і меридіанів. Ці лінії наносяться на карти й утворюють картографічну сітку.

В середньому ціни на топографічні карти різноманітні, але всі ціни стоять у межах від 100 до 1000 грн. Також можна відмітити, що паперові топографічні карти продають майже у всіх канцелярських магазинах.

**Висновки.** Отже, ознайомившись з двома вище перерахованими методами отримання інформації, можна зробити висновок щодо вибору кінцевого методу. Метод дистанційного зондування набагато функціональніший і точніший, але має багато недоліків у сфері отримання цих даних. Отримати дані альтиметричної зйомки з супутника практично неможливо, а супутникові стереографічні знімки – можливо, але за дуже великі кошти. Тобто метод отримання даних за допомогою дистанційного зондування є важкодоступним.

Доцільніше використовувати метод набагато дешевший і практичніший – складання ЦРМ на основі топографічних карт.

## Список літератури

1. *Картографическая съёмка* рельефа местности. [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://universal\\_ru\\_en\\_academic.ru](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.talca2000.ru/metvizva.html>.
5. *3D модель* рельефа заданной местности. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://works.doklad.ru/view/bBEv/ZsSYam/html>.
6. ООО "ТВИС". [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.tvis.com.ua/sitemap.htm>
7. ООО "ТВИС" Космические данные спутника GEOEYE-1. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.tvis.com.ua/sd\\_gemain.htm](http://www.tvis.com.ua/sd_gemain.htm)
8. ООО "ТВИС" Космические данные спутников WORLDVIEW. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.tvis.com.ua/sd\\_wvmain.htm](http://www.tvis.com.ua/sd_wvmain.htm)
9. ООО "ТВИС" Космические данные спутника EROS B. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.tvis.com.ua/sd\\_ebmain.htm](http://www.tvis.com.ua/sd_ebmain.htm)
10. ООО "ТВИС" Космические данные спутника ALOS. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.tvis.com.ua/sd\\_almain.htm](http://www.tvis.com.ua/sd_almain.htm)
11. ООО "ТВИС" Космические данные спутника IRS. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.tvis.com.ua/sd\\_irsmain.htm](http://www.tvis.com.ua/sd_irsmain.htm)
12. Компания «Совзонд»: Космические снимки. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.sovzond.ru/satellites/>

**Оценка возможности использования различных топографических данных для создания цифрового рельефа местности. Лимонов А.С., Б.В. Перельгин, Пустовит Т.М.**

*В статье оценивается возможность использования различных топографических данных для создания цифрового рельефа местности.*

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли, разрешающая способность, топографические элементы местности, цифровой рельеф местности.

**Estimation of different topography data application ability for locality digital relief creation. Limonov A.S., Perelygin B.V., Pustovit T.M.**

*In article ability of different topography data for creation of locality digital relief estimation is investigated.*

**Key words:** Earth distance sensing, resolution, surface topography elements, locality digital relief.