

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра геодезії та картографії

05-04-144М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни

«Мережевий аналіз в ГІС»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій»
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» спеціалізації
«Геоінформаційні системи» денної форми навчання.

Створення набору мережевих даних

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІАЗ
Протокол №16 від 23.04.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Мережевий аналіз в ГІС» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» спеціалізації «Геоінформаційні системи» денної форми навчання. Створення набору мережевих даних. [Електронне видання] / Дмитрів О. П., Дець Т. І. – Рівне : НУВГП, 2024. – 33 с.

Укладачі: Дмитрів О. П., к.т.н., доцент кафедри геодезії та картографії; Дець Т. І., к.т.н., доцент.

Відповідальний за випуск: Янчук Р. М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри геодезії та картографії.

Керівник групи забезпечення спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Янчук Р. М.

© О. П. Дмитрів, Т. І. Дець, 2024
© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

1. Вступ.....	3
2. Створення набору мережевих даних на основі шейп-файлів...	4
3. Створення набору мережевих даних на основі бази геоданих.....	10
4. Створення мультимодального набору мережевих даних.....	18
5. Перелік рекомендованої літератури.....	33

ВСТУП

Метою вивчення мереж є встановлення закономірностей їх будови, формування, розвитку, а також оптимізація та управління ними.

Для того, щоб виконати мережевий аналіз у програмних засобах ГІС недостатньо лише мати клас об'єктів вулиць або доріг. Прості об'єкти, наприклад, лінійні (вулиці), не мають інформації один про одного. Тому замість використання безпосередньо об'єктів вулиці, необхідно створити набір мережевих даних на основі даних про вулиці.

Набір мережевих даних зазвичай використовують для моделювання транспортних мереж. Такий набір можна розглядати як логічну мережу, яка підтримує топологічні зв'язки, необхідні для виконання мережевого аналізу. Мережеві елементи (ребра та з'єднання) створюються з вхідних елементів, які використовуються для побудови набору (лінії, точки, повороти). Зв'язність у наборі мережевих даних базується на геометричному співпадінні кінцевих точок ліній і їх вершин, а також на використанні правил зв'язності, встановлених у якості властивостей набору мережевих даних.

Існують прості та мультимодальні набори мережевих даних.

1. Створення набору мережевих даних на основі шейп-файлів у середовищі ArcGIS

Мета роботи: навчити студентів створювати прості набори мережевих даних.

Завдання: створити набір мережевих даних із класу об'єктів вулиць на основі шейп-файлу Streets/Вулиці .

Порядок виконання роботи

Перед початком створення набору необхідно відкрити додаток ArcCatalog та активувати модуль Network Analyst. Для цього на панелі інструментів у розділі «*Налаштування/Customize*» необхідно обрати «*Додаткові модулі/Extensions*» і поставити відмітку у відповідному місці (рис. 1).

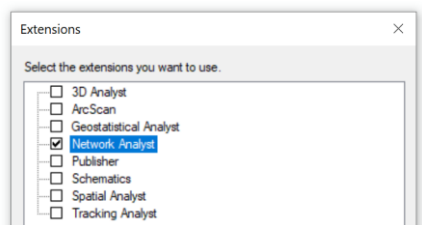


Рис. 1. Активація модуля Network Analyst

Для того, щоб створити новий набір мережевих даних на основі шейп-файлу *Streets*, потрібно на ньому у робочому середовищі ArcCatalog натиснути праву кнопку миші та у контекстному меню обрати «*Створення нового набору мережевих даних/New Network Dataset*». Ім'я набору встановлюється за замовчуванням або його можна змінити за бажанням (рис. 2).

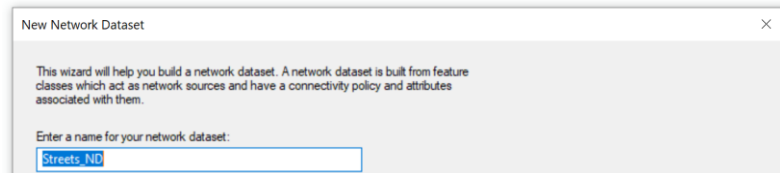


Рис. 2. Створення нового набору мережевих даних

Наступним кроком є задання тиму моделювання поворотів у мережі. У даному випадку це «Глобальні повороти/Global Turns» (рис. 3). Як видно з рис. 3, глобальні повороти встановлюються за замовчуванням. Перевагою такого типу моделювання є те, що не потрібно створювати додатковий шар поворотів з певним переліком характеристик. Інформація про повороти підвищує якість аналізу мережі (враховує час затримки та обмеження на поворотах).



Рис. 3. Моделювання поворотів у мережі

«Зв'язність у мережі / *Connectivity*» визначає як саме об'єкти мережі з'єднуються один з одним. За замовчуванням забезпечується зв'язок для співпадаючих кінцевих точок лінійних об'єктів (рис. 4).

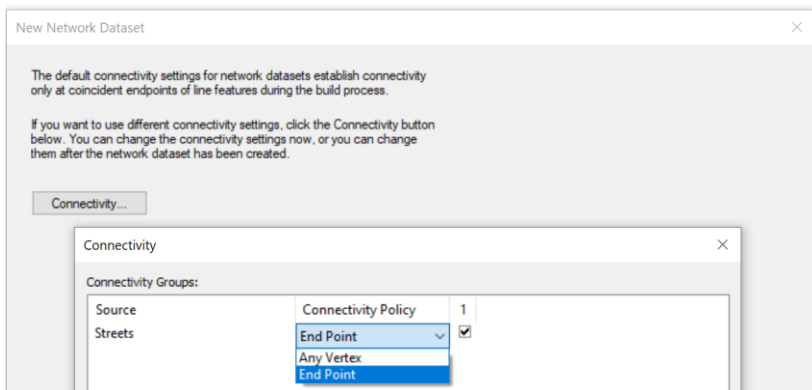


Рис. 4. Діалогові вікна встановлення зв'язності мережі

У таблиці атрибутики шейп-файлу *Streets* є поля висот, тому в створеному наборі мережевих при подальшому встановленні зв'язності в мережі буде враховуватися ця інформація (рис. 5).

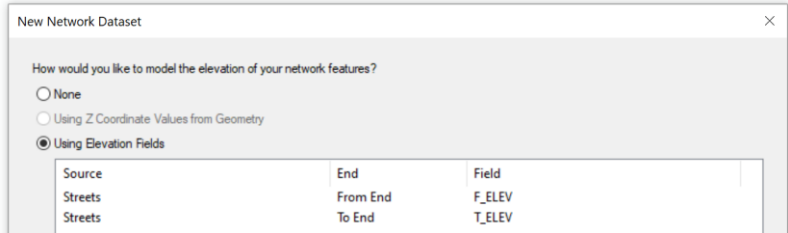


Рис. 5. Вікно модифікації зв'язності для даних з полем висот

Клас об'єктів *Streets/Вулиці* має логічні значення висот. Ця особливість у шейп-файлі буде визначатися двома значеннями Z-піднесення, по одному для кожної кінцевої точки (наприклад, 1 або 0). Якщо закінчення лінійних об'єктів мають однакове значення Z-піднесення – зв'язок встановлено. Якщо значення різні – вони не пов'язуються (наприклад, мости або тунелі).

Поле висоти містить лише логічні значення висот для встановлення зв'язності і не забезпечує інформацію про висоту.

Далі необхідно налаштувати мережеві атрибути, тобто властивості, які описують «навігацію» у мережі (рис. 6) – кнопка «*Оцінки/Specify*». Модуль *Network Analyst* аналізує поля вхідних таблиць та автоматично створює відповідні атрибути мережі, які пов'язані з цими полями. Типовими прикладами атрибутів є *вартість*, яка відіграє роль імпедансу в мережі, а також *обмеження*, наприклад, заборона руху в одному (односторонній рух) або обох напрямках.

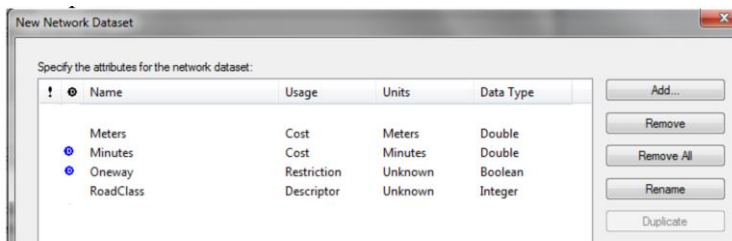


Рис.6. Діалогове вікно налаштування атрибутів у наборі мережевих даних

При створенні набору мережових даних є можливість створення *дорожнього (шляхового) листа/Directions* – це покрокові інструкції для руху за маршрутом (рис. 7). Їх можна створювати для будь-якого маршруту, отриманого на основі мережевого аналізу.

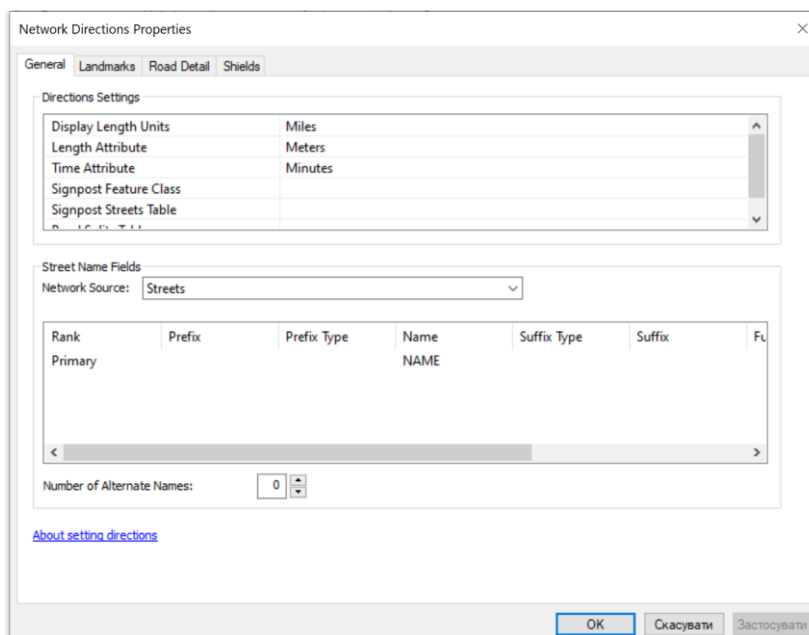
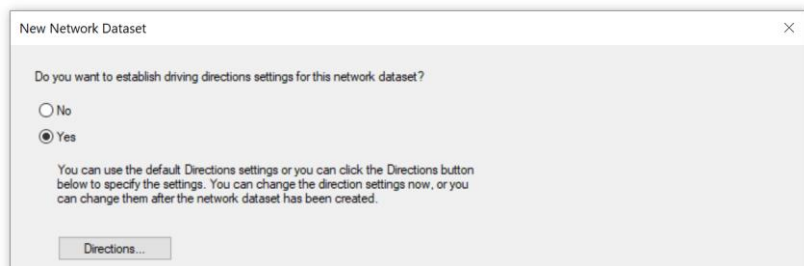


Рис. 7. Вікно налаштування шляхового листа

У кінцевому вікні створення набору можна переглянути всі попередньо задані налаштування та при необхідності повернутися на декілька кроків назад для їх редагування (рис.8).

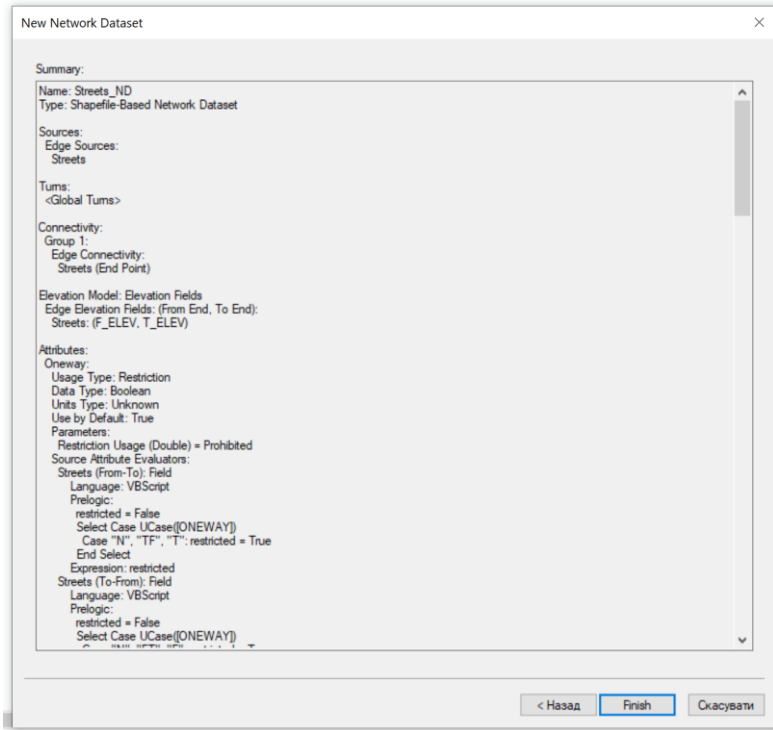


Рис. 8. Зведена підсумкова інформація про мережу

На запит: «Чи потрібно будувати набір зараз?», натискаємо клавішу «Так».

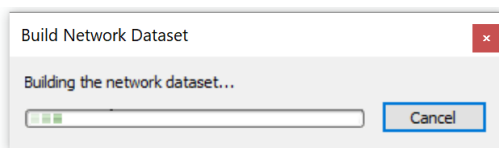


Рис. 9. Побудова набору мережевих даних

Новий набір мережєвих даних **Streets_ND** буде доданий в каталог ArcCatalog разом з класом об'єктів системних вузлів, **Streets_ND_Junctions**. Його можна відкрити в ArcMap для подальшого аналізу (рис. 10).

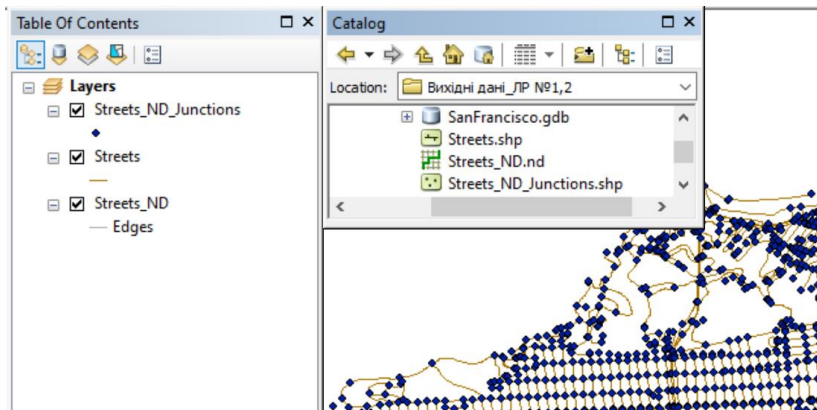


Рис. 10. Демонстрація результату роботи по побудові набору мережєвих даних на основі шейп-файлу

2. Створення набору мережевих даних на основі бази геоданих у середовищі ArcGIS

Мета роботи – навчити студентів створювати набори мережевих даних із класу об'єктів вулиць у базі геоданих.

Завдання: необхідно створити набір мережевих даних у базі геоданих певного міста з використанням об'єктів «Повороти» і «Вулиці». Слід також включити дані історії трафіку, щоб розрахувати маршрути, що залежать від часу.

Порядок виконання роботи

У даних методичних рекомендаціях наведено приклад виконання поставленого завдання з побудови набору мережевих на основі бази даних м. Сан-Франциско.

Підключаємо модуль Network Analyst у випадку якщо це не було здійснено раніше (рис. 1). Відкриваємо додаток ArcCatalog та знаходимо базу геоданих *SanFrancisco.gdb*. У даній базі міститься набір класів об'єктів з необхідною інформацією для подальшого створення набору мережевих даних. Слід зауважити, що роботу можна виконати лише у випадку наявності саме *набору мережевих даних*.

Правою кнопкою миші натискаємо на набір класів *Транспорт/Transportation* і у контекстному меню обираємо «Новий/New» – «Набір мережевих даних/Network Dataset» (рис.11).

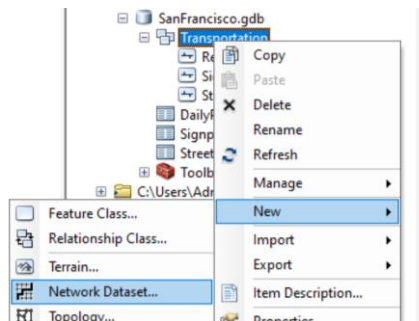


Рис. 11. Створення нового набору мережевих даних у додатку ArcCatalog

Вводимо «**SanFrancisco_ND**» в якості назви для нашого набору мережевих даних і натискаємо «*Далі/Next*» (рис. 12).

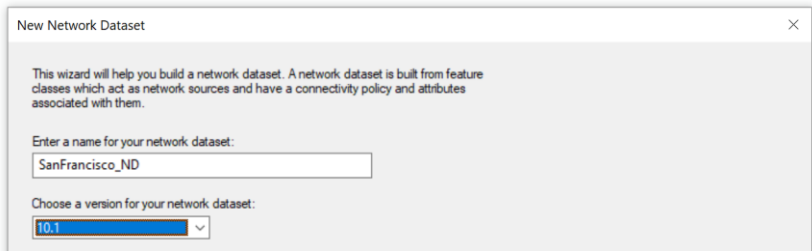


Рис. 12. Вікно введення назви набору мережевих даних

У наступному вікні обираємо клас просторових об'єктів, які будуть входити в набір мережевих даних. У нашому випадку це вулиці – *Streets* (рис. 13).

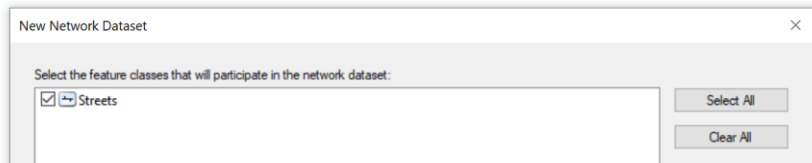


Рис. 13. Побудова набору мережевих даних на основі класу просторових об'єктів вулиць

Для моделювання поворотів у мережі слід натиснути «**Так**» і поставити відмітку біля *RistrictedTurns* (рис. 14). Оскільки у базі даних міститься інформація про повороти у окремому додатковому класі під однойменною назвою, то її слід використовувати при побудові набору мережевих даних.

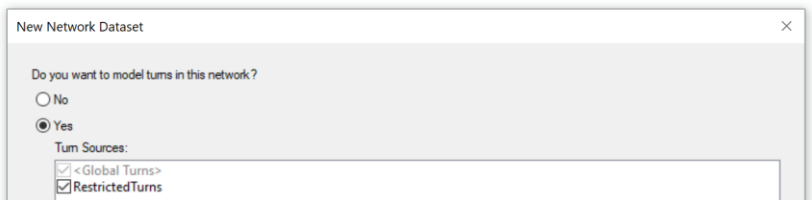


Рис. 14. Моделювання поворотів у мережі

Далі встановлюємо зв'язність мережі, натиснувши кнопку «Зв'язність/Connectivity», і ставимо відмітку поруч з *Вулицями* (рис. 15).

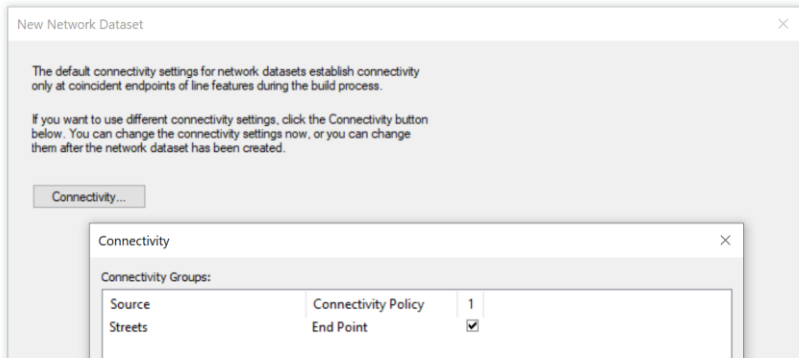


Рис. 15. Діалогове вікно встановлення зв'язності мережі

На наступному кроці нам пропонується модифікувати зв'язність для даних із полями висот. Необхідно обрати «**Використовувати поля з значеннями висот/Using Elevation Fields**».

Клас вулиць має логічні значення висоти, що зберігаються як цілі числа в полях F_ELEV та T_ELEV. Якщо, наприклад, дві відповідні кінцеві точки мають значення висоти поля «1», краї з'єднуються. Однак, якщо одна з кінцевих точок має значення «1», а інша точка відповідності дорівнює «0», краї не з'єднуються. Network Analyst розпізнає імена полів у цьому наборі даних і автоматично відображає їх, як показано на рис.16.

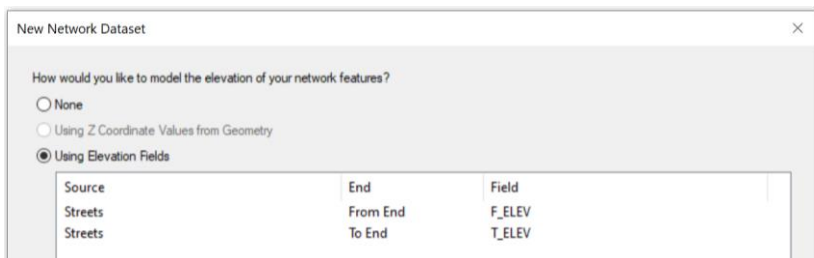


Рис. 16. Вікно модифікації зв'язності для даних із полями висот

База геоданих Сан-Франциско містить дві таблиці, в якій зберігаються дані про трафік: DailyProfiles і Streets_DailyProfiles. Дані про дорожній рух дозволяють знайти оптимальні маршрути з урахуванням часу і дня тижня.

Діаграми таблиць розроблені таким чином, щоб мережевий аналітик міг розпізнавати роль кожної таблиці та автоматично налаштовувати історію трафіку. Налаштування зв'язку з інформацією такого типу показано на рис. 17.

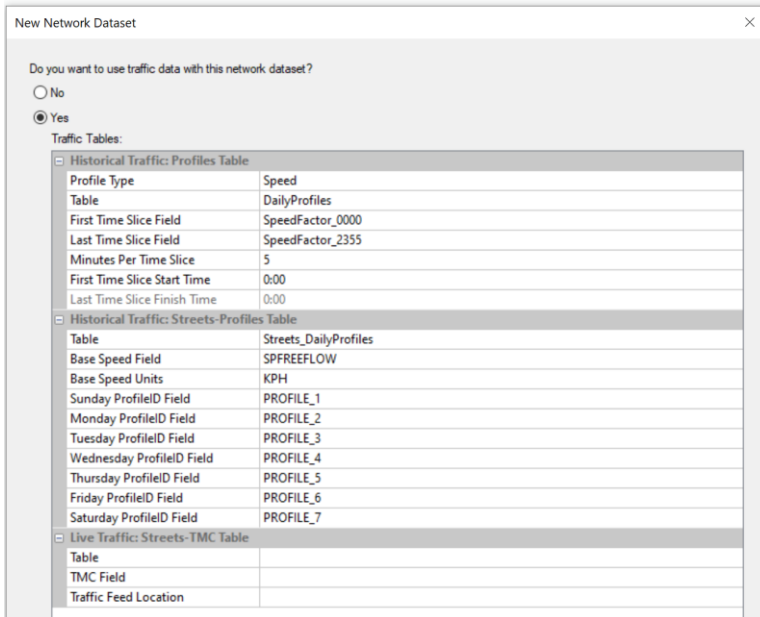


Рис. 17. Використання інформації про трафік в наборі мережевих даних

Після натиснення «Далі» відкриється вікно налаштування атрибутів мережі, які додаються за замовчуванням (рис. 18), а саме:

- *Hierarchy* (ієрархія);
- *ManeuverClass* (клас маневреності);
- *Meters* (відстань);
- *Minutes* (час);
- *Oneway* (односторонній рух);
- *RoadClass* (клас доріг);

- *TravelTime* (загальний час переїзду);
- *WeekdayFallbackTravelTime* (загальний час переїзду у будній день);
- *WeekendFallbackTravelTime* (загальний час переїзду у вихідний день).

ArcGIS Network Analyst перевіряє всі джерела об'єктів і намагається автоматично призначати значення для цих атрибутів.

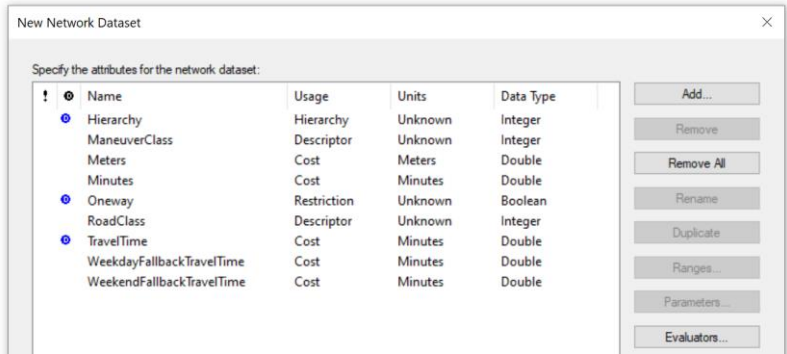


Рис. 18. Діалогове вікно атрибутів мережі

Щоб перевірити, як призначаються значення та типи використання мережевих атрибутів, слід натиснути кнопку «Оцінки/Evaluators» (рис. 19).

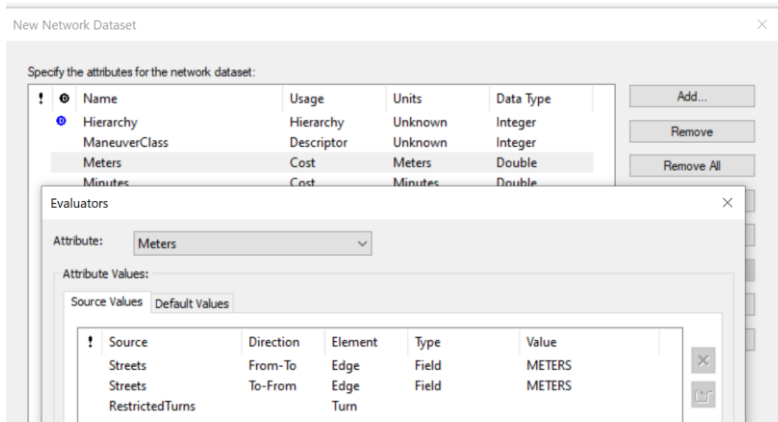


Рис. 19. Вікно налаштування оцінок атрибутів

Для обмеження руху на поворотах нам необхідно створити новий атрибут. У вікні атрибутів мережі (рис. 18) натискаємо «Додати/Add» та задаємо ім'я нового атрибуту «RestrictedTurns», обираємо «Обмеження/Restriction» в якості типу використання. Слід звернути увагу, що відмітка має бути встановлена біля «Використовувати за замовчуванням/Use by Default». Це означає, що обмеження буде використовуватися за замовчуванням вже при створенні нового шару аналізу (рис. 20).

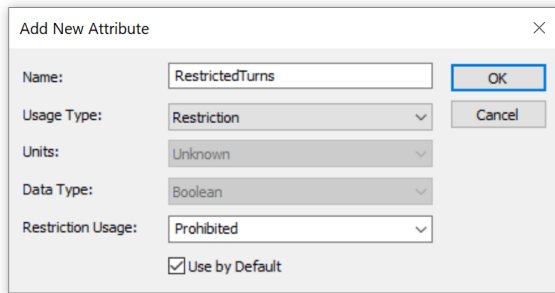
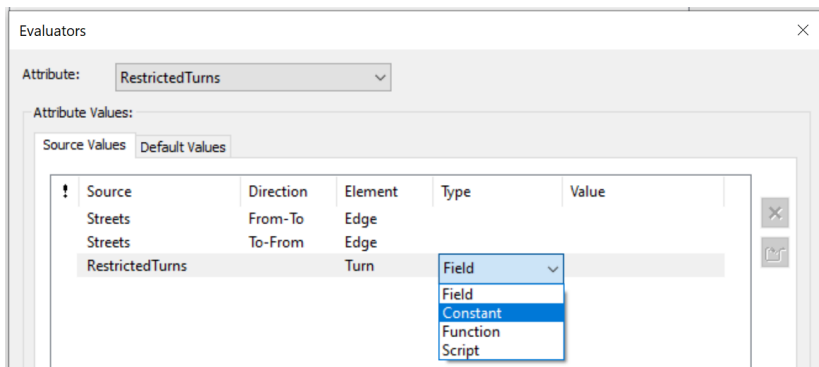


Рис. 20. Створення нового атрибута

Після натискання «Ок», у вікні атрибутів (рис. 20) з'явиться новий атрибут з обмеження на поворотах. Робимо його активним і натискаємо «Оцінка/Evaluators», де встановлюємо для нього тип (Type) використання – «Константа/Constant» і значення (Value) – «Обмеження використання/Use Restriction» (рис. 21).



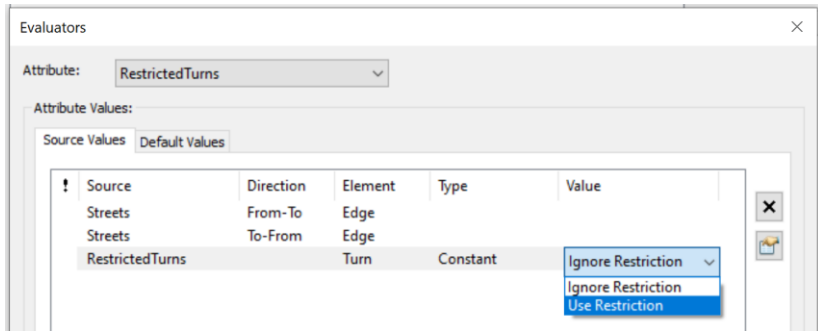


Рис. 21. Оцінка значень атрибута *RestrictedTurns*

Натискаємо «*Застосувати/Apply*» та «*Ок*».

Після переходу на наступний етап з'явиться сторінка з параметрами режимів руху. Налаштовуючи один або кілька режимів руху в мережевому наборі даних, буде можливим вибрати відповідний режим під час аналізу, уникаючи різних налаштувань в подальшому для пересування автомобілем, вантажівкою, пішки чи іншим транспортним засобом. Пропускаємо цей етап та переходимо у вікно налаштувань шляхового листа, де обираємо «*Так*,» щоб задати напрямок руху. Тут слід вказати поля для формування дорожнього листа, що входить до числа результатів мережевого аналізу (рис. 22).

Для генерації напрямків, поле, за яким складається шляховий лист, має містити назви вулиць.

Виконавши всі налаштування для побудови набору мережевих даних, ми можемо переглянути їх у кінцевому вікні.

На запит: «*Чи потрібно побудувати набір зараз?*», натискаємо клавішу «*Так*».

Новий набір мережевих даних **SanFrancisco_ND** буде доданий у каталог ArcCatalog разом з класом об'єктів системних вузлів **SanFrancisco_ND_Junctions**. Його можна відкрити в ArcMap для подальшого аналізу (рис. 23).

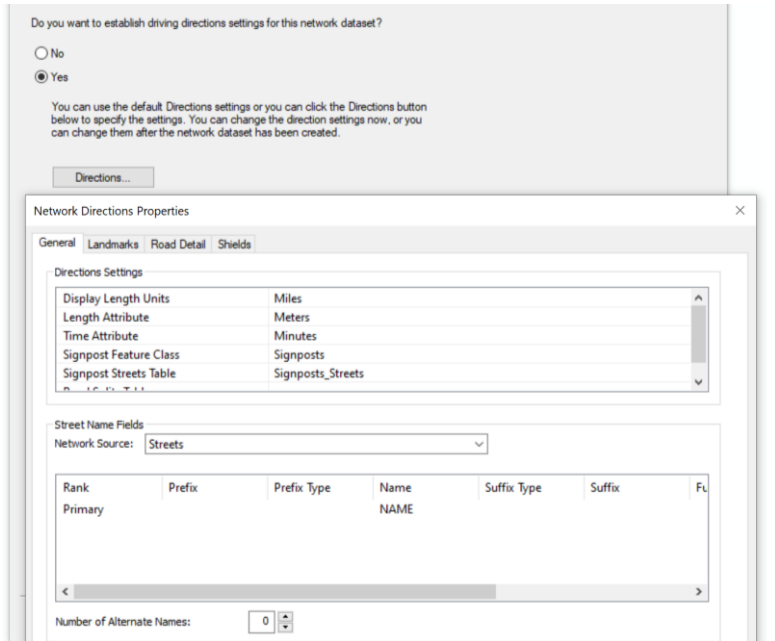


Рис. 22. Налаштування дорожнього листа

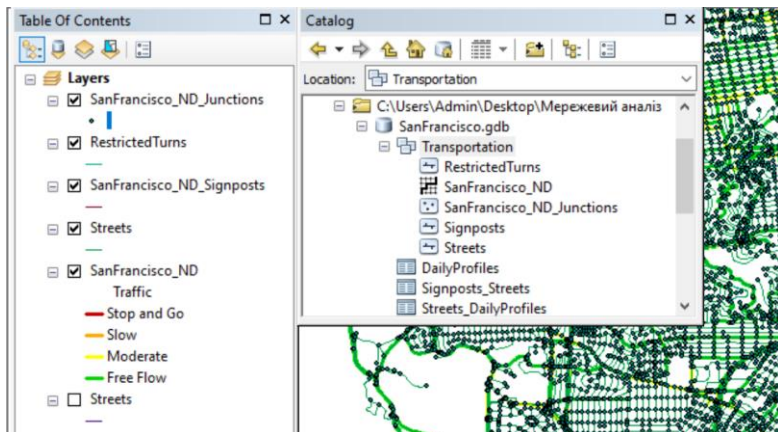


Рис. 23. Демонстрація результату роботи по побудові набору мережєвих даних

3. Створення мультимодального набору мережевих даних у середовищі ArcGIS

Мета роботи – навчити студентів створювати мультимодальні набори мережевих даних.

Завдання: Мандрівники та пасажери часто використовують декілька моделей пересування, таких як ходьба пішки, рух на автомобілі чи на поїзді. Товар також переміщається у декількох режимах транспортування, таких як поїзди, судна, вантажний транспорт і авіаперевезення. Тому необхідно створити мультимодальний набір мережевих даних із декількох класів просторових об'єктів разом із набором класів об'єктів.

Порядок виконання роботи

Створення мультимодальних наборів мережевих даних дозволить нам відповісти на запитання: *Який маршрут від точки А до точки В є найшвидшим для пішохода, що йде пішки вулицями та пересувається на метро?* або *Який маршрут є найшвидшим для людини, що рухається на автомобілі?* Для виконання поставленого завдання необхідно налаштувати атрибути для двох значень вартості часу: *PedestrianTime* (час пішохода) і *DriveTime* (час водія).

Робота розпочинаємо з відкриття додатку ArcCatalog і перевірки підключення модуля Network Analyst. Далі знаходимо в каталозі файлової бази геоданих *Paris.gdb* та відкриваємо її вміст. Правою кнопкою миші натискаємо на набір класів просторових об'єктів «*Транспорт/Transportation*» і обираємо «*Новий/New – Набір мережевих даних/NetworkDataset*». (рис. 24).

Вводимо «*ParisMultimodal_ND*» в якості назви для нашого набору мережевих даних і натискаємо «*Далі/Next*» (рис. 25).

Вибираємо об'єкти, які будуть входити в набір мережевих даних у якості джерел для його побудови. Натискаємо на кнопку «*Вибрати все/Select All*» (рис. 26).

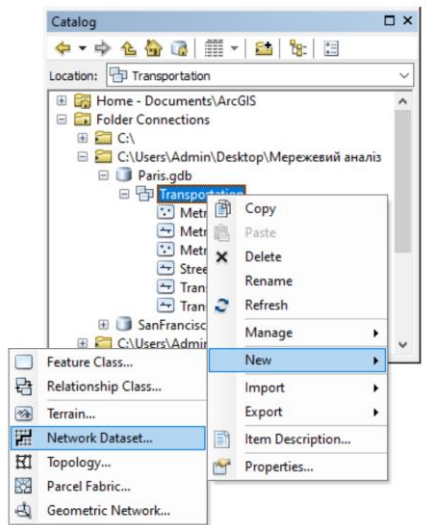


Рис. 24. Створення нового набору мережевих даних у додатку ArcCatalog

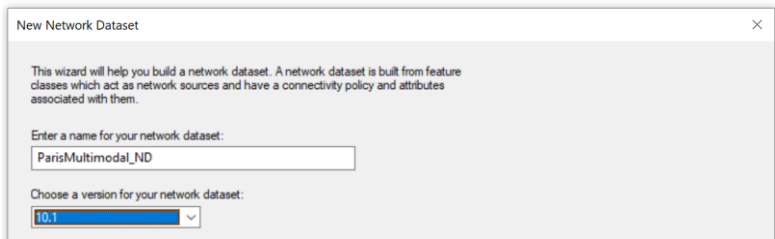


Рис. 25. Вікно введення назви набору мережевих даних

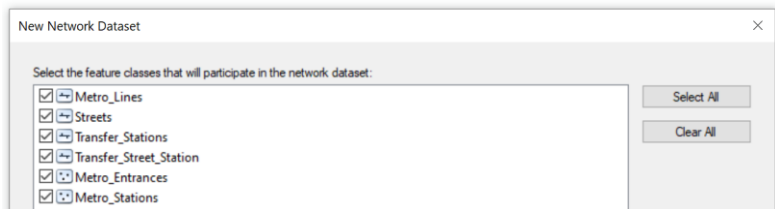


Рис. 26. Вікно вибору класів просторових об'єктів, які будуть входити в набір мережевих даних

Натисніть «Так/Yes» для моделювання поворотів в мережі.

Зв'язність у наборі мережевих даних розпочинається з визначення груп зв'язності. Всі джерела з'єднань можуть визначатися відносно однієї чи більше груп зв'язності. Підключення мережевих елементів залежить від того, до якої групи зв'язності належить елемент. Наприклад, два ребра, створені з двох окремих вихідних класів об'єктів, можуть бути з'єднані тільки в тому випадку, якщо належать одній групі зв'язності. Якщо ребра належать різним групам зв'язності, то вони не будуть з'єднані доки не об'єднаються з'єднанням, яке бере участь в обох групах зв'язності.

Натискаємо лівою кнопкою миші на «Зв'язність/Connectivity» та збільшуємо кількість груп підключення із однієї до двох (рис. 27). Перша група являє собою мережу ліній метро, а друга – вулиць.

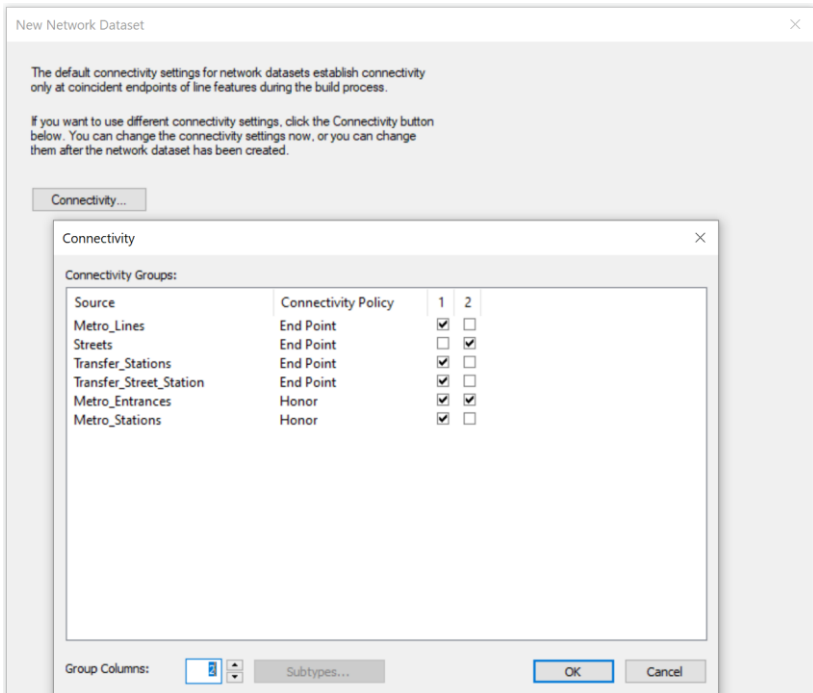


Рис. 27. Вікно налаштувань зв'язності у мережі

Відмітки необхідно встановити у другій групі навпроти джерела *Streets/Вулиці* та в обох групах навпроти *Metro_Entrances/Входи у метро*, які є з'єднанням, що поєднує обидві групи.

Клас об'єктів *Streets* має правило зв'язності в кінцевих точках. Входи в метро мають бути зв'язані з вулицями по співпадаючих вершинах. Тому для *Metro_Entrances* потрібно встановити у правилах зв'язності можливість заміщення за замовчуванням зв'язності кінцевих точок вулиць (рис. 27).

Оскільки поля висот для даного набору даних відсутні, то у наступному вікні слід вибрати «*Hi/None*» (рис. 28).

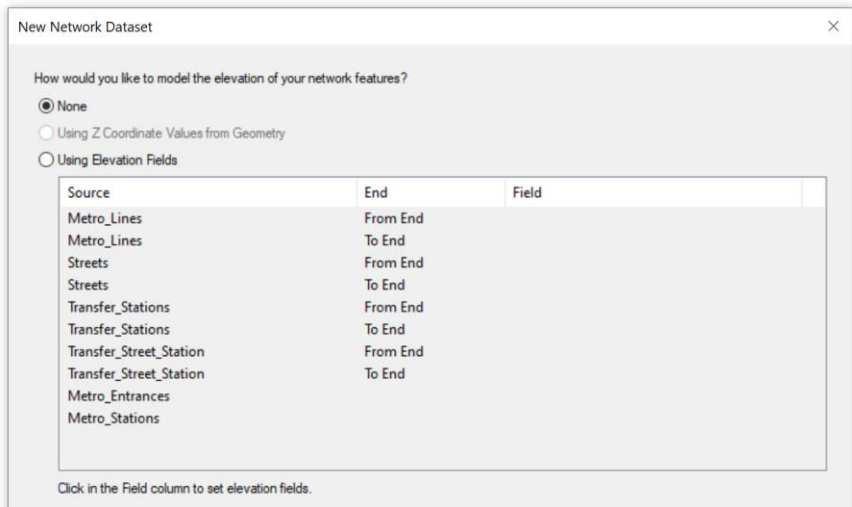


Рис. 28. Налаштування зв'язності для даних з полем висот

На наступному етапі відкриється вікно налаштування атрибутів мережі (рис. 29):

- *Hierarchy* (ієрархії);
- *Meters* (відстані);
- *Minutes* (часу);
- *Oneway* (односторонності рух);
- *RoadClass* (класу доріг).

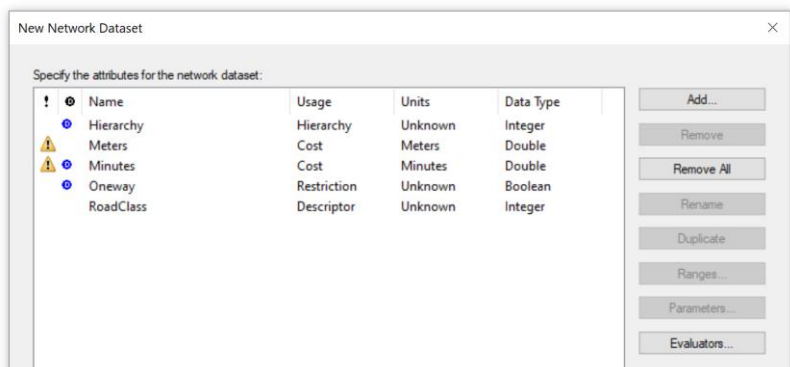


Рис. 29. Вікно налаштування атрибутів

Атрибут *Hierarchy/Ієрархія* в подальшому аналізі використовуватися не буде, тому робимо його активним та натискаємо «**Видалити/Remove**».

Метою даного набору мережевих даних є моделювання часу пересування пішки і на автомобілі.

Атрибут *Minutes/Час* означає час поїздки на автомобілі, тому його назву краще змінити на більш відповідну. Для цього виділяємо даний атрибут і натискаємо «**Rename/ Перейменувати**». Вводимо нову назву – «**DriveTime /Час пересування на автомобілі**»

Атрибути *Meters* та *DriveTime* позначені жовтим попереджувальним знаком ⚠️ (рис. 29), що може свідчити про проблему в оцінці даних атрибутів.

Вибираємо *Meters* і натискаємо кнопку «**Оцінки/Evaluators**» для перевірки значення оцінки атрибуту для кожного джерела в мережі. ArcGIS Network Analyst перевіряє всі джерела і намагається автоматично присвоїти значення для певного атрибуту. Для джерела в мережі атрибуту повинні бути призначені для кожного напрямку руху. Так як довжина не залежить від напрямку руху, ті ж самі значення присвоюються для обох напрямів джерела. Network Analyst намагається привласнити значення атрибуту витрат для кожного джерела, яке бере участь в мережі. Оскільки модуль не зміг знайти поля зі значенням відстаней для *Transfer_Stations* і джерел *Transfer_Street_Station* у прямому і оберненому напрямі (To-from,

From-to), то застережливий символ ⚠️ присутній, щоб наголосити, що існує проблема (рис. 30).

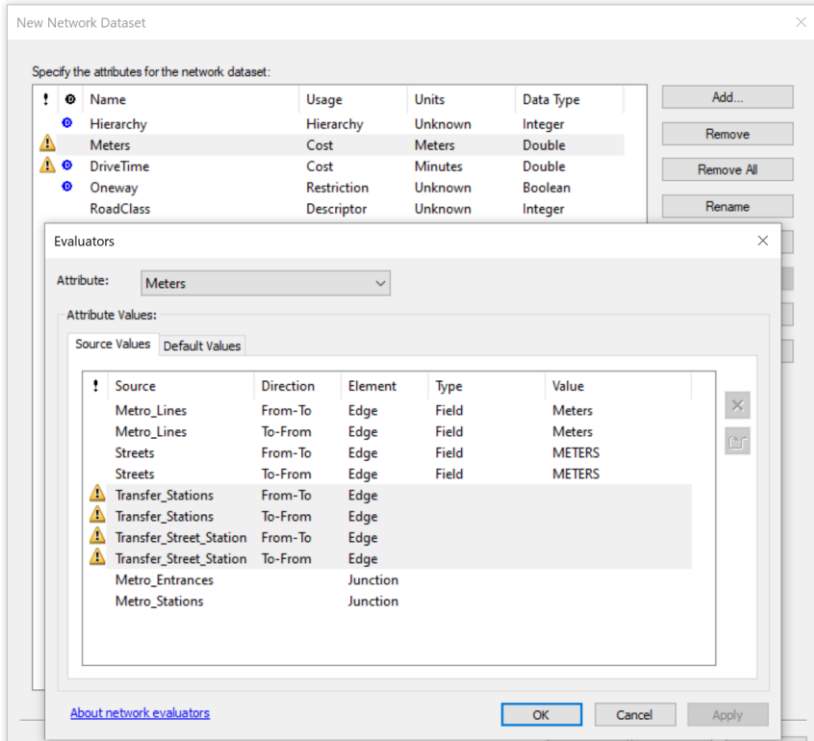


Рис. 30. Діалогове вікно оцінок атрибуту Meters в мережі

Тому необхідно виділити всі 4 рядки з попереджувальним знаком, затиснувши клавішу Shift, натиснути правою кнопкою миші на виділені об'єкти і у контекстному меню обрати «**Tun/Type**» – «**Поле/Field**» (рис. 31).

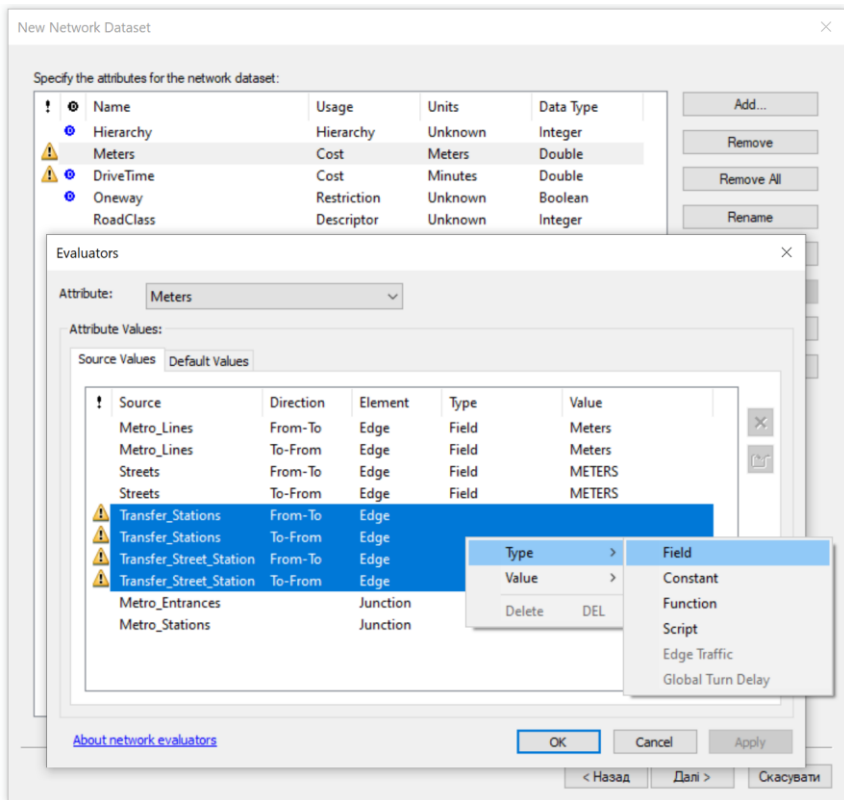



Рис. 31. Вікно оцінок: встановлення типу для виділених рядків

Жовті символи зміняться на червоні попереджувальні знаки , що означає неповне присвоєння значень оцінкам полів (рис. 32). Тому знову виділяємо рядки з попереджувальними знаками та обираємо «Значення/Value» – «SHAPE_LENGTH». Натискаємо кнопку «Застосувати/Apply».

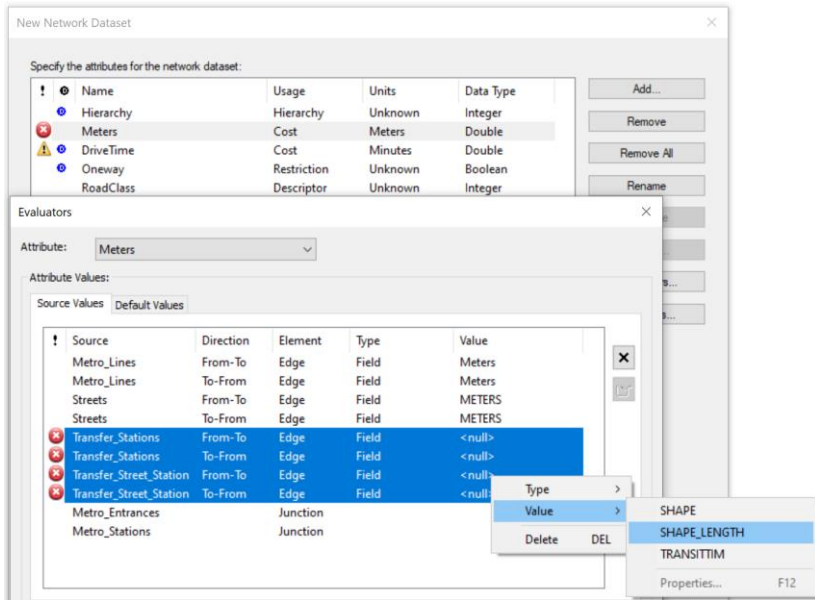
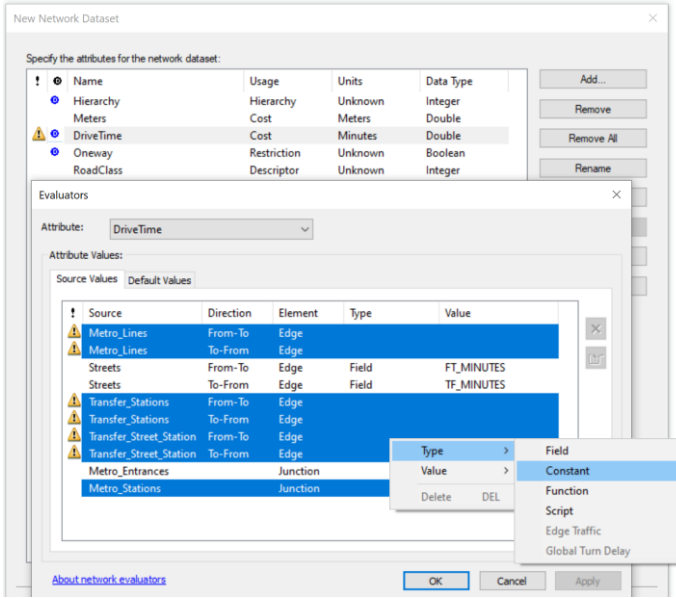


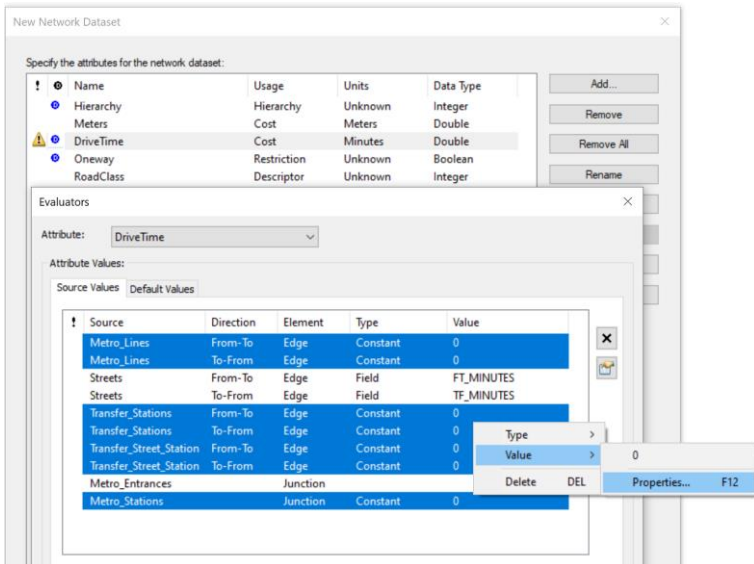
Рис. 32. Вікно оцінок: встановлення значень для виділених рядків

Аналогічним чином потрібно налаштувати оцінки для пересування на автомобілі. Виділяємо атрибут *DriveTime* і натискаємо «Оцінку/ *Evaluators*».

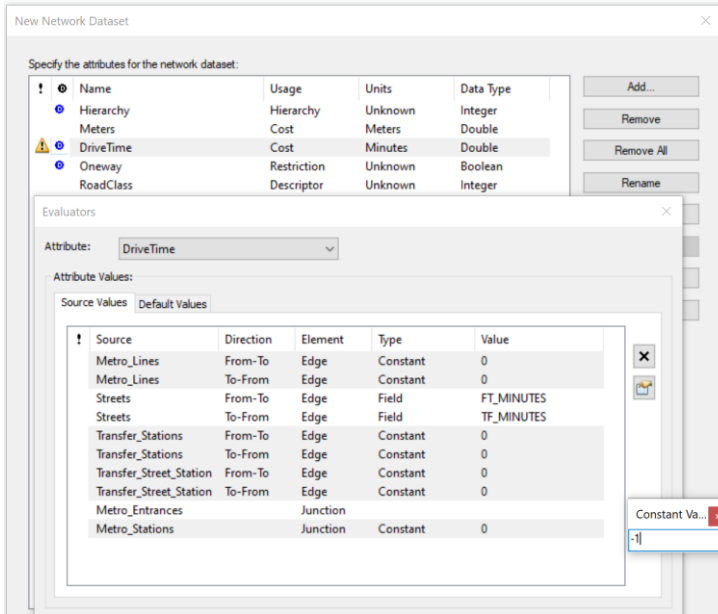
У вікні оцінок вибираємо одночасно *Metro_Lines*, *Transfer_Station* і *Transfer_Street_Station*, *Metro_Station*. Натискаємо правою кнопкою миші на виділених рядках і обираємо «*Tun/Type*» – «*Константа/Constant*» (рис. 33а). Коли ще всі 6 джерел виділені, знову натискаємо праву кнопку миші, вибираємо «*Значення/Value*» – «*Властивості/Properties*», щоб викликати вікно вводу постійного значення (рис. 33б). Вводимо значення «-1» та натискаємо клавішу *Enter* (рис. 33в). Таким чином, система буде розглядати джерела як обмежені, коли атрибут *DriveTime* буде використовуватись як імпеданс (рис. 33).



a



b



6

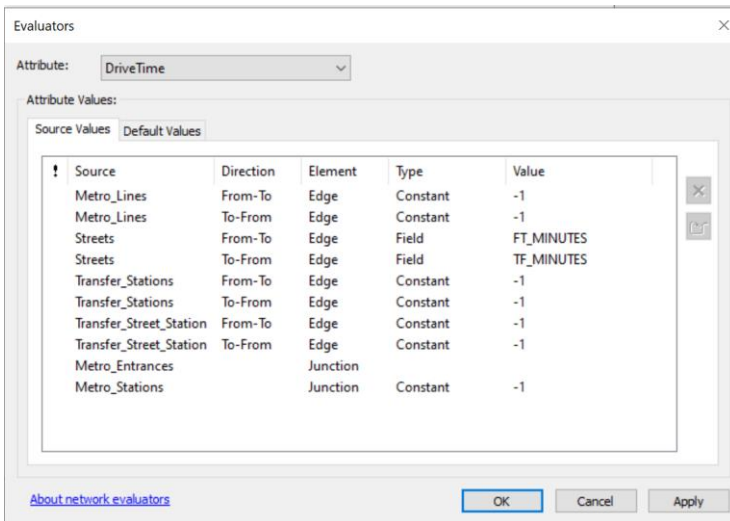


Рис. 33. Діалогове вікно оцінок атрибуту DriveTime

Так як це мультимодальний набір, то необхідно створити різні атрибути часу (залежно від поставленої задачі): для автомобілів атрибут *DriveTime* і для пішоходів – *PedestrianTime*. Атрибут *Minutes* додається за замовчуванням.

Натискаємо «**Ок**» і повертаємось у попереднє вікно налаштувань, де натискаємо на кнопку «**Додати/Add**» для додавання нового атрибуту. Задаємо йому ім'я «**PedestrianTime**» (рис. 34), тип використання – *Вартість/Cost*, одиниці вимірювання – *Хвилини/Minutes* і вказуємо тип даних – *Число подвійної точності/Double*. Натискаємо «**Ок**».

Мережевий атрибут *PedestrianTime* вказує час у мережі, який пішохід витрачає на дорогу.

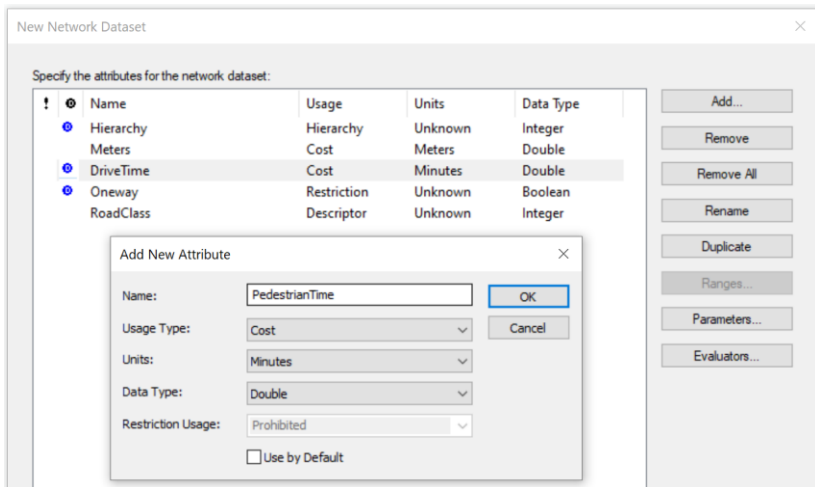


Рис. 34. Вікно створення нового атрибуту *PedestrianTime*

На даному етапі необхідно призначити час пересування для пішохода, який може їхати на метро або йти вулицями.

Обираємо «**Оцінки/Evaluators**» для даного атрибуту. Виділяємо усі джерела, які позначені жовтим символом: *Metro_Lines*, *Transfer_Station* і *Transfer_Street_Station* (рис. 35). Натискаємо правою кнопкою миші на виділених рядках, а далі «**Tun/Type**» – «**Поле/Field**». Потім вибираємо «**Значення/Value**» – «**TransitTim**».

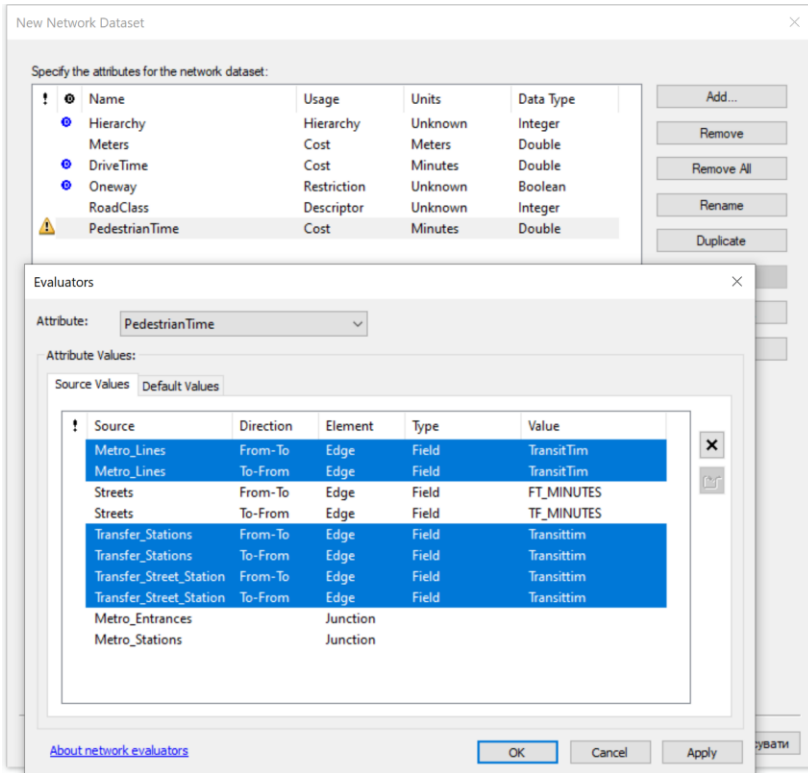


Рис. 35. Вікно налаштування оцінок атрибуту *PedestrianTime*

Для джерела *Streets* значення *PedestrianTime* є часом пересування пішки. Припустимо, що швидкість пішохода становить 3 км/год. Тоді час шляху у хвиликах буде: $[Meters] * 60/3000$, де $[Meters]$ є атрибутом, що містить довжину ребра в метрах.

На даному етапі необхідно призначити відповідний час пересування для пішохода, який може їхати на метро або йти вулицями. Для цього вибираємо джерела *Streets* в обох напрямках і на виділених рядках натискаємо правою кнопкою миші, а далі «Значення/Value» – «Властивості/Properties» (рис. 36), де у вікні *Поля оцінок/Field Evaluators* задаємо вираз $[METERS]*60/3600$ (рис. 37).

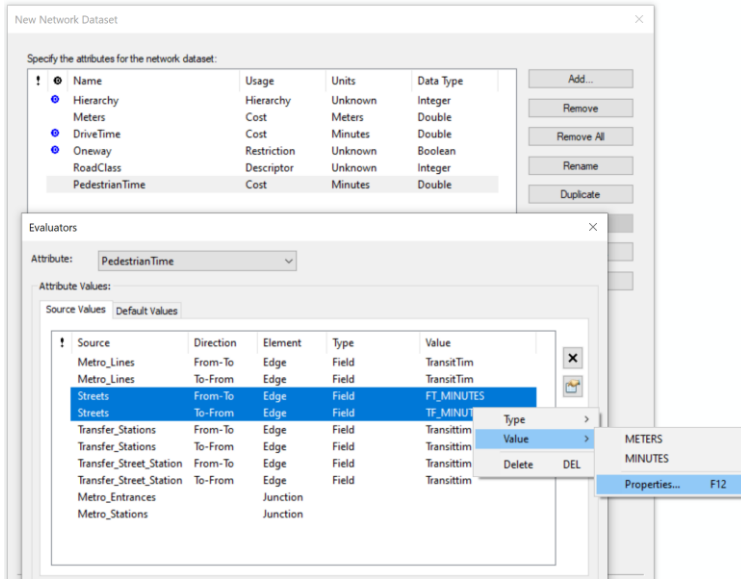


Рис. 36. Діалогове вікно налаштування властивостей оцінок атрибута *Streets* для пішохідного переміщення

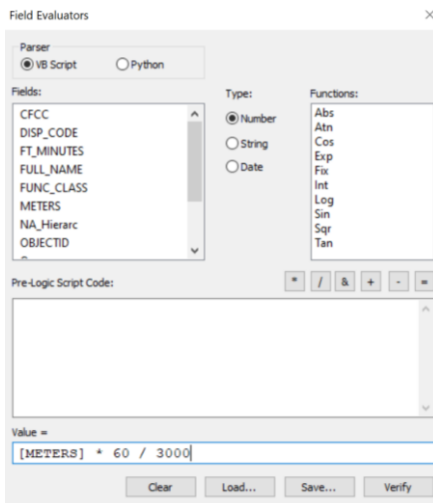


Рис. 37. Побудова виразу для визначення часу пересування пішохода мережею

Далі натискаємо «Ок» і продовжуємо створення набору мережевих даних.

З'явиться сторінка з налаштування режимів пересування. Налаштувавши один або кілька режимів пересування в мережевому наборі даних, їх можна буде використовувати під час подальшого аналізу, уникаючи різних окремих додаткових налаштувань при переміщенні легковим автомобілем, вантажівкою, пішки або іншим транспортним засобом.

Як приклад, у даних методичних рекомендаціях наведено налаштування режиму пересування для пішоходів.

У вікні режиму пересування введіть «Пішохід /Pedestrian» і натисніть *Enter*. Встановіть:

- Імпеданс /Impedance на **PedestrianTime (Minutes) /Час для пішохода в хвилинах.**

- Атрибут часу /Time Attribute на **PedestrianTime (Minutes)/Час для пішохода в хвилинах.**

- Атрибут відстані/Distance Attribute на **Meters/Метри.**

Переконайтеся, що **Розвороти в з'єднаннях /U-Turns at Junctions є Дозволені/Allowed.**

Пішоходи можуть ходити там, де транспортним засобам цієї мережі пересуватися заборонено, і вони можуть ходити в будь-якому напрямку вулиці з одностороннім рухом, тому необхідно забрати позначку з **Oneway (односторонній рух).** На рис. 38 представлено всі налаштування, які необхідно виконати.

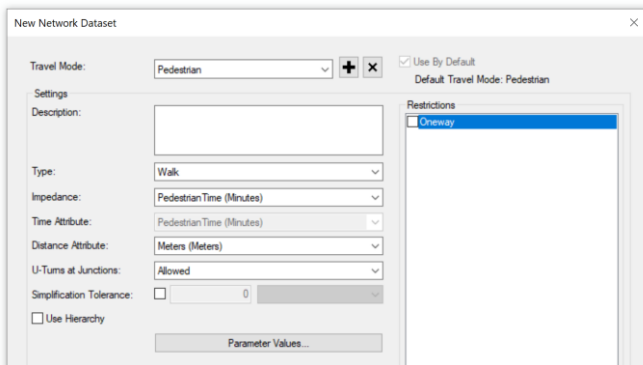


Рис. 38. Налаштування режиму пересування для пішоходів

Ви можете налаштувати інший режим пересування, який представляє переміщення на легковому автомобілі, але в цьому немає необхідності, тому що за замовчуванням набір мережевих даних моделює саме такий тип пересування.

Аналогічно до попередніх завдань налаштовуємо вікно шляхового листа. Натискаємо «**Так**», щоб налаштувати напрямок (рис. 39). Набір мережевих даних повинен мати принаймні одне джерело ребер з текстовим атрибутом (для інформації про назву вулиці) і атрибутом відстані для визначення того, як далеко потрібно моделювати наступний маневр.

На вкладці «**Загальні/General**» у падаючому списку «**Джерело мережі/Network Source**» необхідно обрати *Streets* та у полі імені (Name) задати `FULL_NAME`.

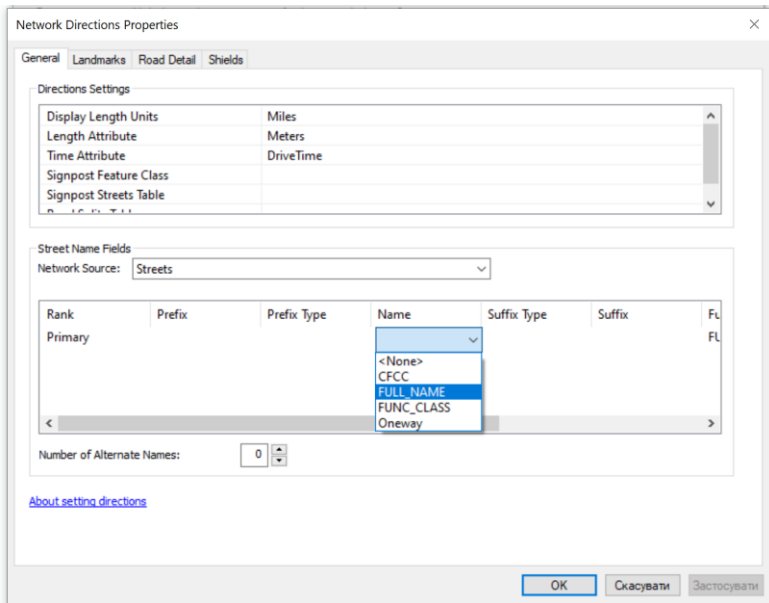


Рис. 39. Вікно налаштувань шляхового листа

Натискаємо «**Ок**» і «**Далі**». На кінцевому етапі, як і в попередніх завданнях маємо можливість переглянути всі попередньо задані

налаштування. Натискаємо «**Готово**». На запитання: «*Чи побудувати мережу зараз?*» відповідаємо «*Так*».

Новий набір мережевих даних **ParisMultimodal_ND** буде доданий у каталог ArcCatalog разом з класом об'єктів системних вузлів **ParisMultimodal_ND_Junctions**. Його можна відкрити в ArcMap для подальшого аналізу (рис. 40).

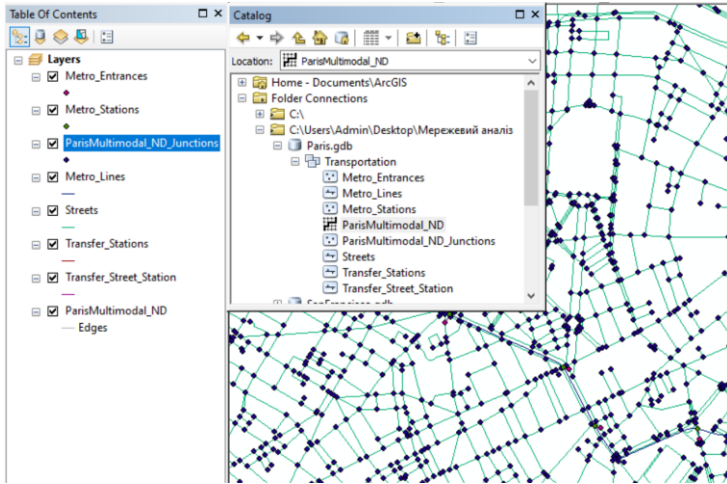


Рис. 40. Демонстрація результату роботи по побудові мультимодального набору мережевих даних

Перелік рекомендованої літератури

1. Світличний О. О. Основи геоінформатики : навч. посібн. Суми : ВТД «Університетська книга», 2006. 293 с.
2. Петренко О. Я. Створення та аналіз мережевих даних засобами ArcGIS : навч. посібн. Київ : ПІДО, 2018. 96 с.
4. Що таке додатковий модуль ArcGIS Network Analyst? : веб-сайт. URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/network-analyst/what-is-network-analyst-.htm>
5. Посібник користувача з додаткового модуля ArcGIS Network Analyst : веб-сайт. URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/network-analyst/about-the-network-analyst-tutorial-exercises.htm>