

**Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича**

Географічний факультет
Кафедра геодезії, картографії та управління територіями

**ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ
РІЧКОВОГО БАСЕЙНУ (НА ПРИКЛАДІ Р.СУРША)**

**Дипломна робота
Рівень вищої освіти – другий (магістерський)**

Виконав: студент VI курсу, групи 628
спеціальності: 8.193 “Геодезія та
землеустрій”
спеціалізації: “Геодезія”
АНТОЩУК Олексій Олександрович

Керівник: д. геогр. н., проф., зав. кафедри
геодезії, картографії та управління
територіями
СУХИЙ Петро Олексійович

До захисту допущено:

Протокол засідання кафедри № ____

від “ ____ ” _____ 2020 року

Зав. кафедри _____ проф. Сухий П. О.

м. Чернівці
2020 рік

Зміст

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОГРАФІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	6
1.1. Основні гідрографічні параметри та характеристики водних об'єктів.....	6
1.2. Дренажна система як частина річкового басейну, водозбірної області.....	7
1.3. Гідрологічні характеристики як метод опису водного об'єкту і його режиму.....	9
Висновки до розділу 1.....	12
РОЗДІЛ 2. ГЕОГРАФІЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ СМТ. КЕЛЬМЕНЦІ.....	13
2.1. Загальні відомості про район, історична довідка.....	13
2.2. Соціально-економічна характеристика району.....	14
Висновки до розділу 2.....	21
РОЗДІЛ 3. МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІДРОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	22
3.1.Методико-технологічні аспекти побудови картографічної основи.....	22
3.2.Огляд методико-технологічних напрацювань в галузі ГІС-моделювання водозбірних басейнів.....	31
Висновки до розділу 3.....	34
РОЗДІЛ 4. ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПАКЕТУ ARCGIS ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ВОДОЗБІРНИХ БАСЕЙНІВ.....	35
4.1. Огляд групи інструментів гідрологія в середовищі ArcGIS.....	35
4.2. Особливості моделювання площі річкового басейну на території смт. кельменці.....	49
Висновки до розділу 4.....	63
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	67

ВСТУП

Басейн річки – територія земної поверхні, з якої всі поверхневі і ґрунтові води стікають в даний водойму, включаючи різні його притоки і річки.

Басейн кожного водойми включає в себе поверхневий і підземний водозбори. Поверхневий водозбір являє собою ділянку земної поверхні, з якого надходять води в дану річкову систему або певну річку. Підземний водозбір утворює товщі пухких відкладень, з яких вода надходить у річкову мережу. Зазвичай поверхневий і підземний водозбори не збігаються, тому визначити межі підземного водозбору практично дуже складно, саме тому за величину річкового басейну приймається тільки поверхневий водозбір.

Інформація про форму земної поверхні може вживатися в різних галузях, наприклад в регіональному плануванні, сільському або лісовому господарстві. Для цих галузей має важливе значення розуміння принципів руху води по поверхні, а також впливу змін в даній області на напрямок потоку.

При моделюванні потоку води може виникнути потреба в знанні того, звідки взялася вода і куди вона тече. Проаналізований матеріал даного магістерського дослідження містить пояснення того, як користуватися функціями гідрологічного аналізу для моделювання руху води по поверхні, а також поняття і ключові терміни, що стосуються дренажних мереж і процесів поверхневого стоку. Крім того, було покладено за мету дізнатись, як ці інструменти можуть бути використані для отримання гідрологічної інформації з цифрової моделі рельєфу (ЦМР), а також познайомитися з прикладами із застосування функцій гідрологічного аналізу і як вони можуть бути використані на практиці.

Метою виконання магістерської роботи є аналіз, дослідження річкового басейну р.Сурша.

Виходячи із мети, в процесі виконання магістерської роботи були поставлені наступні **завдання**:

1) визначити методологічні основи визначення гідрографічних характеристик водних об'єктів (площа водозбору, довжина річки, кількість приток, їх порядок), дати фізико-географічну характеристику басейну р.Сурша;

2) виявити особливості основних показників басейну р.Сурша;

3) розкрити методико-технологічні аспекти використання ГІС для створення картографічної основи водних об'єктів та їх басейнів;

4) виявити особливості моделювання площі річкового басейну на прикладі заданої території.

Об'єктом дослідження виступає басейн р.Сурша.

Предметом дослідження виступають науково-методичні аспекти з геоінформаційного аналізу площі річкового басейну.

Методологічні основи та методи дослідження. У ході дослідження застосовано теорії, наукові концепції та ідеї, що подані в працях: А. М. Берлянта, О. Л. Дорожинського, Н. Д. Ільїнського, Е. П. Чупріна, С. М. Білокриницького тощо.

В процесі дослідження для огляду наукових джерел були використані такі загальнонаукові методи як аналіз та порівняння; для формування методики здійснення аналізу – синтез. Також були використані картографічний, математичний, описовий методи та ГІС-підхід.

Як технологічна основа картографічного моделювання використано програмний ГІС-пакет ArcGISv. 10.3 та його додаткові модулі.

Наукова новизна дослідження:

- створено ряд векторних тематичних шарів, використовуючи супутникові знімки високої роздільної здатності;
- розроблено методику для геоінформаційного моделювання річкових басейнів.

Практичне значення дослідження зводиться до використання як рекомендацій геоінформаційного моделювання річкових басейнів

Обсяг роботи: магістерська робота складається зі вступу, 4-х розділів, висновків та списку використаних джерел, який налічує 23 одиниць найменувань.

Робота супроводжується таблицями (1 одиниця) та ілюстраціями (37 рисунків).
Загальний обсяг роботи становить 68 сторінок машинописного тексту.

РОЗДІЛ 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОГРАФІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

1.1. Основні гідрографічні параметри та характеристики водних об'єктів

Басейн річки, річковий басейн – частина земної поверхні, яка включає річкову систему (головну річку з її притоками) та відділена від інших річкових систем вододілами.

Водозбір або водозбірна площа басейну річки (далі – басейну) – поверхня суші, з якої річкова система збирає воду з поверхні землі та верхніх шарів літосфери (підземне живлення). Відповідно розрізняють поверхневі та підземні водозбори, які у більшості річок не збігаються. Оскільки визначити межі підземного водозбору практично дуже складно, то за величину басейну беруть лише поверхневий водозбір. Розбіжність результатів умовного ототожнення розмірів басейну і поверхневого водозбору істотна лише для малих річок і зменшується зі збільшенням площі водозбору. Басейн може знаходитись на стічній або безстічній території (області внутрішньоматерикового стоку, позбавленого зв'язку зі Світовим океаном). У безстічних областях формується гідрографічна мережа водотоків, які несуть свої води у замкнуті безстічні озера.[1]

Основні морфометричні характеристики річкового басейну:

1) Площа (F , км²); обмежується вододільною лінією.

2) Довжина (D , км) – відстань по прямій від гирла річки до найвіддаленішої точки басейну. За складної форми басейну пряму лінію замінюють ламаною, яка повторює контури русла.

3) Середня та максимальна ширина (B , км):

середня ширина ($B_{сер}$) – відношення площі басейну до його довжини
 $B_{сер} = F/D$;

максимальна ширина ($B_{макс}$) – довжина прямої, перпендикулярної до довжини басейну в його найширшому місці.

4) Середня висота (H , м).

5) Похил басейну (I, ‰). Обчислюється за формулою:

$$I = (H_1 - H_2) / D,$$

де H_1 і H_2 – абсолютна відмітка поверхні басейну відповідно у верхній і нижній його частинах.

Фізико-географічні характеристики:

1) Географічне положення, яке подається у вигляді географічних координат його крайніх точок.

2) Кліматичні особливості (кількість атмосферних опадів, сніговий покрив, інтенсивність дощів, температура і вологість повітря).

3) Геологічна будова.

4) Гідрогеологічні умови.

5) Водно-фізичні властивості підстильних порід.

6) Рельєф, який характеризується похилом.

7) Озерність, лісистість, заболоченість.

Частку лісів, озер і боліт визначають за допомогою коефіцієнтів лісистості, озерності й заболоченості (k). Кожен із цих коефіцієнтів є відношенням площі, зайнятої лісами, озерами або болотами (f), до загальної площі басейну: $k = f/F$. [2]

1.2. Дренажна система як частина річкового басейну, водозбірної області

Площа, по якій тече вода, і мережа, через яку вона виливається назовні, називається дренажною системою. Потік води через дренажну систему – це тільки одна складова того, що зазвичай називають колообігом води, який також включає опади, випаровування і ґрунтові води. Інструменти групи Гідрологія (Hydrology) зосереджені на русі води по поверхні.

Дренажний басейн, під яким в даному випадку розуміється водозбірна область, являє собою територію, з якої здійснюється стік води і інших речовин в загальну точку «виходу». Синонімами для поняття дренажний басейн є терміни «вододіл», «річковий басейн» і «водозбірна область». Ця область, як правило,

визначається як загальна площа, з якої здійснюється стік в задану «точку зливу» або точку гирла.

Точка гирла – це точка, в якій вода витікає з водозбірної області. Це зазвичай найнижча точка вздовж кордону дренажного басейну.

Кордон між двома басейнами розглядається як лінія розмежування стоку або межа водозбірної області (Рис.1.2).



Рис.1.2. Компоненти дренажного басейна.

Мережа, через яку вода переміщається в «точку зливу», можна представити у вигляді дерева, де підставу дерева є «точкою зливу». Гілки дерева – канали потоку. Перетин двох каналів потоку називається вузлом або з'єднанням. Фрагменти каналу потоку, що з'єднують два послідовних з'єднання або з'єднання і «точку зливу», називаються зв'язками видатків [18].

1.3. Гідрологічні характеристики як метод опису водного об'єкту і його режиму

Будь-який водний об'єкт і його режим можуть бути описані за допомогою деякого набору гідрологічних характеристик. Ці характеристики поділяються на кілька груп. Наведемо деякі з них.

1. Характеристика водного режиму: рівень води, швидкість течії, витрати води, стік води за інтервал часу, ухил водної поверхні і т. д. Більшість цих характеристик може бути віднесено не лише до водотоків і водойм, але і до особливих водних об'єктів – льодовиків, підземних вод.

2. Характеристики теплового режиму: температура води, снігу, льоду, теплоємність водного об'єкта або тепловий стік за інтервал часу тощо.

3. Характеристики льодового режиму: строки настання і закінчення різних фаз льодового режиму (замерзання, льодоставу, танення, скресання, очищення від льоду), товщина крижаного покриву, скупченість льодів.

4. Характеристики режиму наносів: вміст у воді зважених наносів або каламутність води, витрата наносів, розподіл наносів за фракціями.

5. Характеристики форми і розміру водного об'єкта: його довжина, ширина, глибина тощо [3].

Крім того, до гідрологічних характеристик зазвичай відносять такі важливі для опису будь-якого водного об'єкту властивості: гідрохімічні – мінералізацію води або її солоність, вміст окремих іонів солей, газів, забруднюючих речовин тощо; гідрофізичні – щільність води, в'язкість води тощо; гідробіологічні – склад і чисельність водних організмів і величину біомаси.

Сукупністю гідрологічних характеристик даного водного об'єкта в даному місці і в даний момент часу визначається гідрологічний стан водного об'єкта. Гідрологічний стан водного об'єкта подібно погоді стосовно до стану атмосфери є схильним до постійних просторових і часових змін. Він завжди залежить від безлічі факторів і визначається характером процесів, що відбуваються у водному об'єкті, його зв'язком з іншими водними об'єктами, атмосферою, літосферою, впливом

господарської діяльності людини тощо. Однак внаслідок складності і багатофакторності цих процесів і зв'язків і недостатнє знання їх природи ми часто змушені підходити до оцінки гідрологічного стану водного об'єкта як явища, що піддається випадковим змінам, які підпорядковуються імовірнісним законам і піддаються статистичному аналізу.

При тривалих спостереженнях за будь-яким водним об'єктом виявляються деякі закономірності в змінах його гідрологічного стану, наприклад протягом року. Сукупність закономірно повторюваних змін гідрологічного стану водного об'єкта представляють собою його гідрологічний режим. Деяким аналогом гідрологічного режиму стосовно до атмосфери можна вважати клімат. Сутність гідрологічного режиму водних об'єктів – це зміна гідрологічних характеристик у просторі та часі. Під зміною гідрологічних характеристик у просторі розуміють їх зміну від місця до місця (уздовж, поперек або вглиб річки, уздовж або влиб моря або озера тощо), від одного водного об'єкта до іншого.

Зміна гідрологічних характеристик у часі (тимчасова мінливість) має декілька масштабів. Виділяють мінливість вікову (з інтервалами часу або періодами, що обчислюються століттями); багаторічну (періоди коливань – від кількох до десятків років), сезонну (коливання протягом року), короткочасну, що має період в декілька днів (наприклад, коливання синоптичного масштабу з періодом 3-10 днів), добову мінливість, а також мінливість впродовж хвилин і секунд. Головні причини вікової та багаторічної мінливості гідрологічних характеристик – довгоперіодичні коливання клімату, а також вплив господарської діяльності людини. Основні причини внутрішньорічних (сезонних) змін – зміна сезонів року, коливань синоптичного масштабу – атмосферні процеси (переміщення циклонів, антициклонів і атмосферних фронтів), мінливості добового масштабу – обертання Землі навколо осі, супутні йому зміна дня і ночі та припливна діяльність. Природа коливань найменшого у часі масштабу (хвилини, секунди) – хвилі на поверхні води, макро- і мікротурбулентність у водних потоках.

Гідрологічний режим водного об'єкта – хоча й закономірний, але все ж лише зовнішній прояв деяких більш складних внутрішніх процесів, властивих водному

об'єкту, або обумовлених його взаємодією з іншими водними об'єктами, атмосферою, літосферою. Спостерігаючи за рівнем або витратою води в річці, наприклад, і з'ясовуючи закономірності їх зміни, тобто вивчаючи їх режим, ми поки залишаємо осторонь причини цих змін. Для того, щоб їх розкрити, необхідно вивчити вже деякі як внутрішні, так і зовнішні процеси, що впливають на режим водного об'єкта. Тому гідрологи вивчають не тільки гідрологічний режим водних об'єктів, але й гідрологічні процеси, під якими розуміється сукупність фізичних, хімічних і біологічних процесів, що визначають закономірності формування гідрологічного стану і режиму водного об'єкта.

Щоб пізнати гідрологічні процеси в будь-якому водному об'єкті, необхідно вивчити, по-перше, явища, що відбуваються у водній товщі розглянутого об'єкта (перемішування, формування температурної і щільнісної стратифікації, формування внутрішньоводного льоду, продукування кисню завдяки життєдіяльності зелених рослин тощо); по-друге, процеси на твердих межах водного об'єкта – його дна і берегах (взаємодія водного потоку і ґрунтів, розмив або акумуляція наносів тощо), по-третє, явища, що відбуваються на водній поверхні об'єкта – на межі поділу вода – повітря (тепло- і газообмін з атмосферою, випаровування і конденсація, утворення або танення крижаного покриву, виникнення хвиль і течій під дією вітру); по-четверте, взаємозв'язок водного об'єкта з його водозбором (умови формування стоку води, наносів, розчинених речовин, теплоти тощо).[4]

Висновки до розділу 1

Водні ресурси являють собою стратегічний, життєво важливий природний ресурс, що має особливе значення. Ресурс, який є національним багатством кожної країни, однією з природних основ її економічного розвитку, який забезпечує усі сфери життя і господарської діяльності людини. Водні ресурси визначають можливості розвитку промисловості й сільського господарства того чи іншого регіону, розміщення населених пунктів, організації відпочинку й оздоровлення людей.

Також для раціонального використання водних ресурсів необхідне розуміння принципів руху води по поверхні, а також впливу змін в даній області на напрямок потоку. Здійснене магістерське дослідження на початковому етапі, дало змогу отримати теоретико-методичні основи визначення гідрографічних характеристик водних об'єктів. Так нами було використано літературні джерела, визначено основні гідрологічні характеристики як метод опису водного об'єкту і його режиму, поняття дренажних систем. Також було розглянуто теоретичні основи якісної і кількісної оцінки елементів гідрологічного режиму та морфометричних особливостей річкового басейну.

Слід додати, щоголовними факторами, які визначають формування гідрологічного режиму водних об'єктів, є, безперечно, клімат (кліматична основа) і геолого-геоморфологічна, або літогенна, основа (геологія та рельєф). Вторинною, або похідною, є ґрунтово-рослинна (біогенна) основа.

РОЗДІЛ 2. ГЕОГРАФІЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ СМТ. КЕЛЬМЕНЦІ

2.1. Загальні відомості про район, історична довідка

Кельменці – селище міського типу, районний центр Чернівецької області. Розміщене на автотрасі Чернівці–Сокиряни, 4 км північніше залізничної станції Ларга. Відстань до облцентру становить понад 88 км і проходить автошляхом Р63, який переходить у Н03. У селищі діє пункт контролю через державний кордон з Молдовою Кельменці – Ларга.[9]

Районним центром є селище міського типу Кельменці. Як свідчать історичні документи, уперше поселення згадується в 1559 році. На той час воно називалося Кельменешти (1642 р.), Кельменцей (1817 р.).

За легендою на місці, де розташовані Кельменці, пролягали торгові шляхи із Поділля до Молдови, першим на території сучасних Кельменців поселився корчмар на ім'я Кельман. Згодом рядом з корчмою з'явилося кілька будинків. Садибу корчмаря подорожні називали двором Кельмана, а людей, що служили в нього, кельменцями. Збереглися відомості про те, що з середини XVIII століття населення Кельменців належало до категорії царан. Земля, на якій вони поселилися, належала феодалу. Основним заняттям було землеробство і скотарство. За користування землею кельменчани працювали у маєтку феодала та виконували різні повинності. За Положенням 1749 року царани мали одробити 24 дні на рік, дати феодалу десятину від врожаю, від приплоду тварин, від бджіл тощо. Крім того, селян змушували сплачувати великі податки на користь держави: подушне, від майна тощо. З 1766 року за Правилами Г. Гіки кількість урочних днів зменшувалась до 12. Але обсяг роботи на день визначався такий, що його можна було виконати тільки за 3-4 робочі дні. Отже, фактично панщина збільшувалась у 2-3 рази. Згідно ж «Пунктів», виданих молдавським диваном у 1810 році, кожне тяглове господарство царан повинно було обробити півфальчі панського поля, скосити фальчу сінокосу, давати панові десяти свого врожаю, привезти віз дров, постачати по 2 курки, 100

дійних овець, по мітку пряжі, платити щорічно по 10 левів, за т. зв. Панські дні тощо. Насправді ж поміщик не дотримувався згаданих пунктів, а постійно збільшував повинності, жорстоко поводився з населенням. До того ж царани мали сплачувати і державні податки.

До 1959 р. Кельменці були селом, а з травня 1959 – селище міського типу. Статус районного центру отримано лише в 1940 році.[7,8]

Через селище тече річка Сурша, права притока Дністра.

Зі станції Ларга здійснюється пряме сполучення з Чернівцями, Новоселиця, Сокирянками, Кам'янцем Подільським, Гречанами (м. Хмельницький) – приміські поїзди. Швидкий поїзд Київ-Чернівці забезпечує сполучення з Вінницею та Києвом.

У центрі селища, в урочищі Магала, знайдено поселення ранніх слов'ян так званої черняхівської культури (II–V століття н. е.). У письмових джерелах під сучасною назвою згадується 1559 року – заснування Кельменців лихварем Кельманом.

Сам адміністративний район розташований у східній частині Чернівецької області у лісостеповій зоні Прут-Дністровського межиріччя. На сході з Сокирянським районом, на півночі межує із Кам'янець-Подільським районом Хмельницької області, на заході з Хотинським районом, на південному заході з Новоселицьким районом Чернівецької області, на півдні – з Бричанським районом Молдови.

Територія району – 0,68 тис. кв. км. Відстань до міста Чернівці шосейними дорогами складає 84 км, залізницею – 107 км. Територією району проходить державний кордон із Республікою Молдова протяжністю 71 км.[10]

2.2 Соціально-економічна характеристика району

Станом на 01.01.2019 року постійне населення району складало 44 тис. осіб. У районному центрі проживало 8 тис. осіб.

Усього зайнятого населення – 4,3 тис. осіб, у тому числі (до всього зайнятого населення):

- промисловість – 5,81 %;
- сільське господарство – 9,83 %;
- будівництво – 1,6%;
- торгівля – 1,2 %;
- транспорт і зв'язок – 4,5 %;
- фінансова діяльність – 1,9 %;
- державне управління – 18,1 %;
- освіта – 29,1 %;
- охорона здоров'я та соціальна допомога – 19,4 %;
- колективні, громадські, домашні та особисті послуги – 6,5%;
- готелі і ресторани – 1,24 % ;

Промислових підприємств –8, в тому числі: приватних – 6, комунальної власності – 2.

Обсяг промислового виробництва за 2019 рік склав 200 000 тис. грн.

Земельний фонд – 67 017 га, з них: 52 646 га – сільськогосподарські угіддя. У тому числі:

- рілля – 44 729га;
- багаторічні насадження – 1 507 га;
- сінокоси – 1 240 га;
- пасовища – 5 170 га.

Функціонує товариств із обмеженою відповідальністю – 10, кооперативів – 3, великих фермерських господарств – 5, інші – 2.

Кількість опадів – близько 550мм/рік (переважно в теплий період року, максимальна кількість у червні-липні). Висота сніжного покриву зимою близько 17 см. Сніговий покрив не стійкий.

Середні температури повітря:

·січень -4⁰С

·липень +19,2⁰С

Кількість сонячних днів у році – 165.

Основу природно-ресурсного потенціалу району складають земельні ресурси.

Загальна площа сільськогосподарських угідь району – 49565 га, у тому числі 42510 га ріллі, багаторічних насаджень – 1500 га, сіножатей – 878 га, пасовищ – 4699 га. Ліси та вкриті лісом території складають 5937 га. Землі водного фонду району складають 3128 га, з них ставки 761,4 га.

Водні ресурси району: річки Дністер (протяжність по району 95 км.), Вілія, Ромоданка та ставки.

Густота населення по району складає 61 особу/кв.км.

За роки Радянського союзу на території району виникло ряд промислових підприємств. Найбільшими з них були: Цукровий завод, маслозавод, харчокомбінат, цегельні заводи, хлібзавод, завод будівельних матеріалів, завод продтоварів, консервні заводи та інші. Продукція даних промислових підприємств постачалася як за межі області так і за межі республіки. Однак, на жаль, майже всі ці промислові підприємства на даний час або ліквідовані, або не працюють. Аналогічна ситуація склалася і в сільському господарстві. Більшість колишніх колгоспів ліквідовано, декілька реорганізованих в товариства з обмеженою відповідальністю та кооперативи функціонують. Більшість сільськогосподарських земель району на даний час обробляються великотоварними сільськогосподарськими підприємствами.[12]

Демографічна структура.

Станом на 01.01.2017 чисельність населення по району склала 40,8 тис.осіб. Однією із найскладніших і важливих проблем соціально-економічного розвитку Кельменецького району є проблема демографічного розвитку людських ресурсів. Скорочення чисельності населення, низька тривалість життя і стрімке падіння народжуваності, від'ємне сальдо міграції, що стали характерними ознаками демографічних процесів упродовж останніх двох десятиріч, дають підстави для висновку про наявність у районі складної демографічної ситуації.

Кількість населення у віці молодшому за працездатний становить – 14,1%, працездатному – 67,1 %, старшому за працездатний 18,8%.(Таб. 2.1.1)

Таблиця 2.1.1

Розподіл постійного населення Кельменецького району за окремими віковими групами

Рік	Кількість населення, осіб (у %)	У тому числі у віці, років		
		0-14 (у %)	15-64 (у %)	65 і старшому (у %)
2010	43,6	5,9	28,3	9,4
2011	43,3	5,9	28,5	9,0
2012	42,9	5,7	28,5	8,6
2013	42,4	5,6	28,5	8,3
2014	42,0	5,7	28,3	8,0
2015	41,1	5,8	27,6	7,7

У статевій структурі населення району переважають жінки. Це зумовлено біологічними причинами. Перевагу жіночого населення спостерігають також і в старших вікових групах. Генетично зумовлено, що середня тривалість життя жінок на 5 – 10 років довша, ніж у чоловіків. Розподіл населення району за статтю у 2016 році: чоловіки – 46%, жінки – 54,%. За останні 5 років відбулися деякі незначні зміни у статевій структурі населення району. Зокрема, кількість населення чоловічої статі збільшилася на 0,3 %.

Національний склад населення Кельменецького району охоплює представників багатьох націй та народностей. Всі вони мають рівні громадянські, політичні, соціальні, економічні та культурні права й свободи. Корінним населенням є українці, які становлять абсолютну більшість населення (97,5 %). Серед

національних меншин (представників націй, що мають свої історичні землі за межами України) найбільшими є росіяни (1,3 %) та молдовани (1,0 %). Інші національні меншини становлять менше ніж 1% від кількості населення – румуни, білоруси, євреї, поляки та інші.

Механічний рух населення означає зміну кількості населення внаслідок його фізичного переміщення, або міграції. Міграції відіграють важливу роль у формуванні сучасного населення. Міграційні процеси у Кельменецькому районі відбуваються під впливом різноманітних чинників, наприклад: переміщення населення пов'язане із сільськогосподарськими роботами, із зміною постійного місця проживання та інші. Також багато людей мігрують в інші більш економічно розвинені країни.[11]

Рівень освіти

районі функціонує 36 установ освіти:

- 24 загальноосвітніх навчальних закладів, з них: 16 – навчально-виховних комплексів, 1- Кельменецький ліцей-опорний заклад, 2 – заклади I-II ступенів, 5 – I-III ступенів;

- 9 дошкільних навчальних закладів, з них 2 на балансі управління освіти райдержадміністрації;

- 1 – МНВК;

- 2 – позашкільних навчальних заклади (ДЮОЦ, ДЮОШ).

Вищі навчальні заклади на території району відсутні.

У загальноосвітніх навчальних закладах у 245-ти класах навчається 3452 учні.

Дошкільні навчальні заклади відвідують 1234 вихованці.

Середня наповнюваність класу-комплекту по району складає 14 учнів.

Освітні заклади району на 100 відсотків забезпечені педагогічними кадрами.

Тут працюють 504 педагоги, 137 вихователів та 431 технічних працівників. У 2016/2017 навчальному році працевлаштовано 44 педагоги, з них 3 – молоді спеціалісти. Здійснюється підвіз 270-ти учнів та 41-го педагога до місць навчання та додому. З районного та державного бюджетів виділено кошти у сумі 1400,0 тис.грн. на придбання Шкільного автобуса.

Всі заклади освіти району мають в наявності комп'ютерні класи. Спортивна база нараховує 20 спортивних залів, 6 спортивних кімнат, 54 спортивних майданчиків, 25 майданчиків з тренажерним обладнанням, 7 футбольних полів.

В шкільних закладах працює 26 їдалень, в яких різними видами харчування охоплено 2602 учня, що становить 75 відсотків від загальної кількості учнів шкільного віку, з них 396 учнів пільгової категорії охоплені гарячим харчуванням. Учні 1-4 класів в кількості 1986– харчуються за кошти місцевого бюджету.

Кельменецький професійний ліцей вже більше ніж 30 років здійснює підготовку кваліфікованих робітників для різних галузей народного господарства. За цей час із стін навчального закладу випущено близько 10 тисяч спеціалістів: механізаторів, водіїв автомобілів, слюсарів, кухарів та робітників інших професій. Поряд з отриманням професійних навичок, учні ліцею здобувають повну середню освіту. Ліцей має в своєму розпорядженні навчальний комплекс на 600 учнів загальною площею 3777 кв.м. В навчальному закладі обладнано 18 кабінетів, 5 лабораторій, 4 майстерні, навчальний полігон з закритою площадкою для підготовки водіїв транспортних засобів, площадку для підготовки машинно-тракторних агрегатів до роботи. Ліцей має земельну ділянку площею 40 га.

Велику роль в удосконаленні і розвитку освітньої галузі району відіграє фінансове забезпечення. Хоч воно недостатнє, але за останні роки значно покращилося.

З метою розвитку освіти в районі вживаються заходи щодо опрацювання та підготовки проектних пропозицій, пошуку партнерів, визначення джерел співфінансування для участі в програмі СОП «Румунія-Україна»: Пріоритет 1.1 «Інституційна співпраця у галузі освіти шляхом підвищення доступу до освіти та якості освіти». Пропонується написання проектів по модернізації та комплектуванню шкільних класів в навчальних закладах сіл Вовчинець, Новоселиця, Перківці; організація інклюзивного навчання; створення екологічного центру на базі Кельменецького ДЮЦу.

Підписано Меморандум про співпрацю між управлінням освіти Кельменецької райдержадміністрації та управлінням освіти Бріченського району Республіки

Молдова. Відбулися двосторонні робочі візити.

16.11.2016 з першим офіційним візитом Кельменеччину відвідала генеральний консул Румунії в м.Чернівці п.Елеонора Молдован. У лютому 2017 року підписано угоду між управлінням освіти Кельменецької райдержадміністрації та Генеральним Шкільним Інспектором Сучавського повіту республіки Румунії про співпрацю в освітній галузі

Вивчаються можливості співпраці з республіками Естонія та Угорщина щодо обміну досвідом в галузі освіти, збереження культурної спадщини

На території району перспективною галуззю є переробка сільськогосподарської продукції. У районі виробляється сільськогосподарської продукції набагато більше ніж споживається. Значна сировинна база дає можливість створити на території району підприємства по переробці сільськогосподарської продукції, виробництву продуктів харчування.

Корисні копалини на території району представлені родовищами будівельних матеріалів (суглинки, пісок, гравій, щебінь, камінь, вапняк) та мінеральних вод, тому є можливість створити підприємства по виробництву будівельних матеріалів та розливу мінеральної води.[12]

Висновки до розділу 2

Вибір об'єкту дослідження, басейн річки Сурша, права притока річки Дністер в межах Кельменецького району, вмотивований тим, що ця частина території району, яка розташована практично на вододільній ділянці Прут-Дністерського межиріччя мало забезпечена водними ресурсами.

Так зокрема 52,3% населення селища Кельменці, яке користується водою із центрального водопроводу, відчуває нестачу чистої питної води, що є наслідком того, що він уже повністю вичерпав свій ресурс, а також неповністю заповнений через брак джерел води. Інша частина населення – використовує воду з криниць або з індивідуальних свердловин, які у переважній більшості перебувають також у незадовільному стані.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІДРОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

3.1 Методико-технологічні аспекти побудови картографічної основи

Картографія – наука про відображення й дослідження просторового розміщення і взаємозв'язків природних та суспільних явищ, а також їх змін у часі через образнознакові моделі (картографічні зображення), які відтворюють ті чи інші сторони дійсності.

Картографія – це наука, яка займається вивченням, розробкою і створенням географічних карт. Вона поділяється на цілий ряд науково-технічних дисциплін: картознавство, математичну картографію, складання, оформлення карт, і видавництво карт.

Ці дисципліни тісно пов'язані між собою в загальному комплексі питань по складанню карт, але кожна з них має свої особливості.

Картознавство – вивчає географічні карти, їх елементи, властивості, види і розвиток, а також методи використання карт.

Математична картографія розглядає математичні способи відображення сфероїдної земної поверхні на площини. Практично питання зводиться до вирахування і побудови на папері картографічної сітки, яка відповідає сітці паралелей і меридіанів. В подальшому при складанні карт картографічна сітка служить основою для правильного розміщення елементів змісту карти. Картографічні сітки бувають різні по виду і по своїх властивостях.

Складання карт, якщо не говорити про топографічні знімання, полягає в заповненні картографічної сітки елементами змісту карти, які беруться з картографічних матеріалів. Цей процес треба розуміти як механічне перенесення змісту з готової карти на іншу картографічну сітку. Для того щоб скласти нову карту, приходиться вирішувати складне завдання правильного відображення території земної поверхні у відповідності з тими вимогами, які ставляться до цієї карти а від масштабу визначається характер і повнота її змісту, умовні знаки, методи

і способи складальних робіт. Результатом складальних робіт є викреслена від руки, або при допомозі комп'ютера, в певних умовних знаках карта, яку називають видавничим оригіналом карти.

Оформлення карт полягає у виготовленні авторського оригіналу карти, який є точною копією видавничого оригіналу і виконаного чистовим кресленням в строгій відповідності з прийнятими умовними знаками.

Видавництво карт полягає у відтворенні оригіналу карти і одержанні необхідної кількості відбитків листів карти у повній відповідності з прийнятими умовами її естетичного оформлення.

Картографія тісно пов'язана з географією, геодезією, аерофототопографією (фотограмметрією), астрономією і гравіметрією. В результаті астрономічних, гравіметричних і геодезичних робіт картографи одержують дані про форму і розміри Землі, про географічне положення окремих (опорних) точок на земній поверхні. Ці дані необхідні для побудови математичної основи карт [14].

Різні види знімань дають карти великих масштабів, які є вихідним матеріалом для складання інших карт.

Картою називається зменшене умовне зображення земної поверхні на площині, побудоване на математичній основі і відтворююче розміщення, стану і взаємозв'язку різних явищ природи і суспільства. Це визначення карти витікає із змісту самої карти і методів її створення.

Як відомо із курсу геодезії, Земля має форму геоїда і практично приймається за еліпсоїд обертання, дуже близько подібному по розміру і формі до геоїда.

При зображенні на площині невеликої ділянки земної поверхні (в межах 20x20 км) кривизною цієї поверхні можна знехтувати. В цьому випадку всі лінії ділянки вимірюються на місцевості, зменшуються до прийнятого масштабу і наносяться на папір, кальку, лавсан, без застосування яких-небудь поправок за кривизну Землі. Таке креслення носить назву плану. Відповідно, на плані масштаб в різних його місцях і в різних напрямках однаковий. На картах де ж відтворюється вся земна поверхня або значні її частини, тут уже не можна знехтувати кривизною Землі.

Розгорнути сфероїдну поверхню на площину без складок і розривів неможливо. Тому перехід від еліпсоїда до площини відбувається при допомозі картографічних проєкцій математичним методом. При цьому складок і розривів не буде, але елементи змісту карти, збережуть точне географічне положення, будуть мати деяке спотворення в границях контурів, або в співвідношенні площ.

Відповідно, земну поверхню на карті приходиться відображувати не з однаковим зменшенням по всіх її частинах, а спотворено: щоб уникнути спотворення, лінії витягують, а в місцях де повинні були би утворитися складки, укорочують. Таким чином, в різних місцях карти земна поверхня зменшується в різне число раз. Це значить, що масштаб на карті не постійний.

Зобразити сфероїдну земну поверхню на площині можна по різному, застосовуючи різні картографічні проєкції і ставлячи при цьому певні математичні умови до одержаного зображення.

При цьому під певною умовою вираховують координати точок перетину меридіанів і паралелей і по цих точках вирисовують сітку меридіанів і паралелей, названою картографічна сітка.

Картографічна сітка служить основою при нанесенні всього іншого змісту карти. На картах відтворюють предмети і явища, які мають місце на земній поверхні, в природі, в суспільному житті і діяльності людини. Частину предметів і явищ ми можемо спостерігати на місцевості і провести топографічне знімання їх контурів. До таких об'єктів відносяться: гідрографія, рельєф, ґрунтовий покрив, різні споруди і т. д. Є об'єкти, спостерігаємі при допомозі спеціальних приладів. Це – кліматичні явища, явища магнітного відхилення і т. д. Деякі явища пов'язані з вивченням життя і діяльністю людини історичними подіями.

Відображення земної поверхні дається з різним ступенем зменшення в залежності від цільового призначення тієї чи іншої карти. При цьому постає питання про відбір найбільш суттєвих для даної карти особливостей змісту, з тим, щоб більш правильно відобразити розміщення явища і його зв'язок з іншими явищами.

Всі елементи змісту карти відображаються на ній в плані при допомозі спеціальних умовних знаків. Деякі умовні знаки по своєму рисунку нагадують

даний об'єкт, інші бувають зовсім не схожі на нього. Використання різних умовних знаків дозволяє створювати карти, які відповідають на ряд питань, характеризують одне або декілька явищ.

Наприклад, кліматичні карти показують розподіл опадів, напрям переважаючих вітрів і інші явища.

При відображенні більшості об'єктів дають їх контури, а в середині контуру поміщають прийняті позначення. Так населені пункти покривають штриховкою або зафарбовують голубим кольором, ґрунтово-рослинний покрив помічають різними значками.

Якщо той чи інший об'єкт неможливо відобразити в масштабі карти, то застосовують поза масштабні умовні знаки, але при певних умовах. Наприклад, знак залізної дороги, викреслений на карті, якщо його ширину виміряти з врахуванням масштабу, значно перевищить ширину цієї дороги на місцевості, але розміщений він повинен бути так, щоб його вісь співпадала з дійсним положенням осі дороги. Для окремих об'єктів (труби, заводи, стовпи і т. д.) умовні знаки наносять так, щоб їх основа співпадала з дійсним положенням об'єкту. Для карт різного масштабу і призначення напрацьовують свої умовні знаки.

Надписи географічних і соціально-економічних елементів на карті також є особливим умовним знаком, так як не тільки вказують назву того або іншого об'єкту, але і дають деколи кількісну і навіть якісну його характеристику.

Надписами населених пунктів, наприклад, можна охарактеризувати назву пункту, кількість жителів в них, адміністративне значення і тип населеного пункту. Це можна досягнути шляхом застосування для напису різних за розміром та рисунком шрифтів. Можна виділити суднохідну частину річки від несуднохідної, надписавши ці ділянки різними шрифтами. Умовні знаки повинні бути зручні для читання та використання, добре візуалізовані, не перенасичувати карту і не виділяти на ній більше, ніж цього вимагає зміст.

Гідрологічні карти відображають розподіл вод на земній поверхні, який характеризує режим водних об'єктів і дозволяє оцінити водні ресурси окремих частин суші. До гідрологічних карт належать карти річкової мережі, її густоти та

кількості озер, карти стоку, карти складових водного балансу, карти джерел живлення, льодового режиму, каламутності води в річках, мінералізації та хімічного складу природних вод, коефіцієнта стоку, гідрологічного районування, використання та перспектив використання водних ресурсів, а також певних характерних явищ: пересихання та перемерзання, повеней, випаровування з поверхні суші та водної поверхні тощо

Карти водного господарства показують потреби у водних ресурсах населення, промисловості та сільського господарства, річкового судноплавства та рибного господарства, водопостачання та водоспоживання для потреб гідроенергетики і транспорту, а також потреби у захисті населених пунктів та об'єктів економіки від повеней та інших видів шкідливого впливу вод. Основні завдання картографування водного господарства такі:

- 1) зображення водних об'єктів як джерела питного водопостачання;
- 2) відображення водокористування і водоспоживання для потреб населення;
- 3) зображення збалансованої соціально-екологічної та еколого-економічної систем басейнів річок, що передбачає детальний розгляд проблеми використання води.

- 4) зображення екологічного чинника водогосподарської діяльності та антропогенного навантаження на басейни річок. До теперішнього моменту можна умовно виділити чотири групи карт, що так чи інакше стосуються теми водного господарства. Властивостями картографування водних ресурсів мають бути глибоке розкриття їх природної специфіки та надання користувачеві можливості оперативного і досконалого вивчення специфіки використання води населенням, промисловістю, сільським господарством

Отже, карти прісноводних ресурсів характеризують як основу для водогосподарської діяльності стан річок, озер, водосховищ, каналів, підземних вод тощо. Природний аспект водних ресурсів розкривається на картах середньорічного стоку, максимального елементарного модуля стоку 1% забезпеченості, районування території по співвідношенню сезонного стоку та ін. Гідрографічні карти характеризують приналежність річок басейнів, наявність гідрологічних постів,

дають загальну характеристику водних ресурсів регіону. Додатково включаються карти якісної характеристики поверхневих вод (каламутності, хімізму, мінералізації та хімічного складу вод), а також деяких небезпечних явищ, пов'язаних із водою, – селів, лавин, а так само наявності мінеральних або термальних вод та їх практичного використання. Комплексні гідрогеологічні карти містять інформацію щодо запасів підземних вод, придатних для питного водопостачання, їх експлуатаційних та хімічних особливостей. Група карт «Підземні води» відображає поширення водоносних горизонтів та комплексів, умови їх залягання, кількість та якість підземних вод. Господарський аспект картографування вод. Господарський аспект картографування передбачає створення карт соціально-економічної спрямованості. Як правило, це карти водопостачання населення, що характеризують типи водопостачання території регіону (водопровідне, криничне тощо). Джерелами для складання таких карт служать статистичні дослідження, прив'язані до адміністративних одиниць. Звичайний спосіб для відображення водопостачання населення або технічної оснащеності території — це картограма. В рамках промислово-економічного спрямування картографується зв'язок водного господарства з промисловістю та сільським господарством. Такі карти показують, перш за все, споживання води відповідними сферами.

В цілому, набір карт, що характеризують водне господарство, залежить, перш за все, від специфіки використання вод в конкретному регіоні.[15]

Першочерговим завданням при складанні будь-якого ГІС-проекту, є створення базової картографічної основи, на котрій в майбутньому відобразяться результати ГІС-моделювання.

Формування базового картографічного матеріалу виконується за допомогою одного з загальноприйнятих принципів організації просторової інформації – «від загального до часткового», тобто відображення спочатку ключових елементів ландшафтів. Для їх відображення використовувалась низка растрових зображень, а саме (Рис.3.1.1, рис.3.1.2):

- 1) космічні знімки сервісів Bing, Here, Google;
- 2) тематичні карти (OpenStreetMap);

- 3) онлайн карти програми ArcMap;
- 4) топографічна карта М 1:10 000.

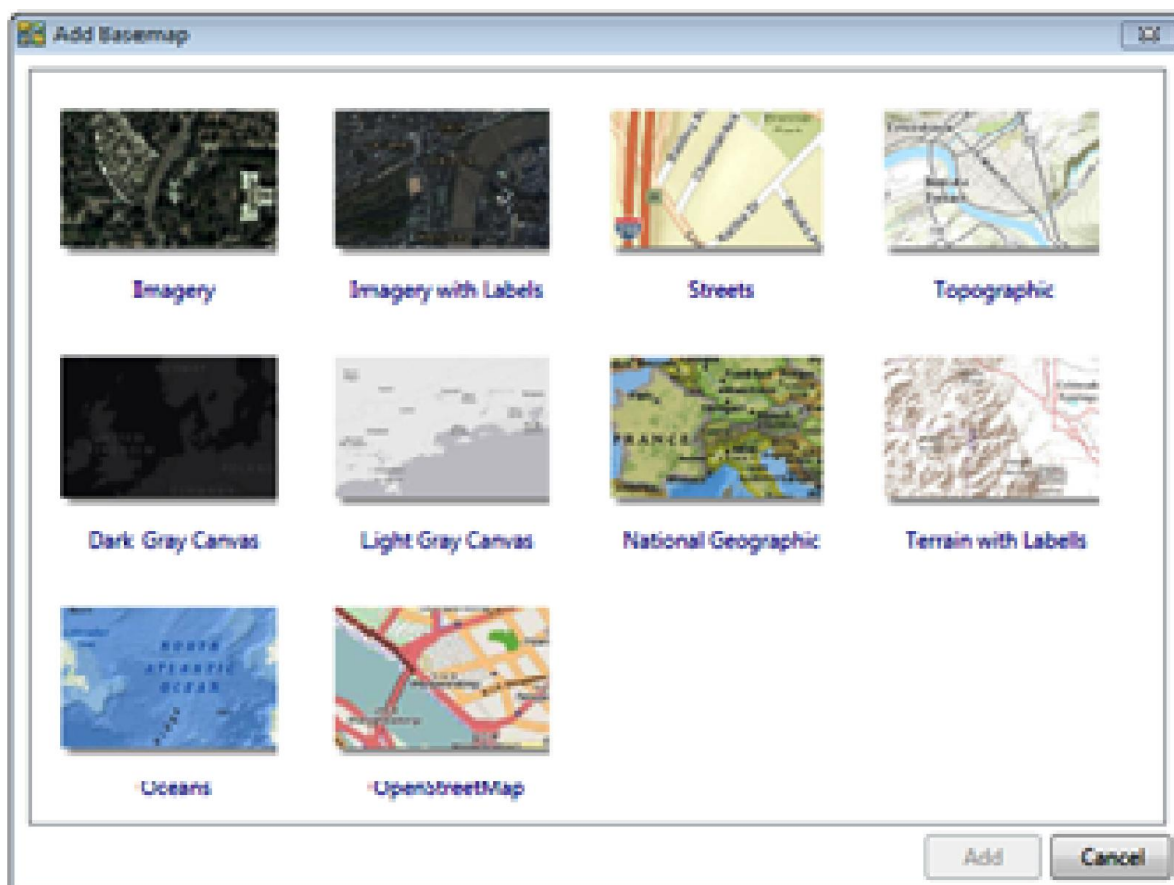


Рис.3.1.1 Сервіс завантаження растрової основи (етап 1)



Рис.3.1.2. Сервіси завантаження растрової основи (етап 2)

Перші два матеріали були отримані за допомогою сервісу SasPlanet, який дозволив зберегти їх у форматі *.jpg із точною географічною прив'язкою. За ними здійснювалась координатна прив'язка топографічної карти [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Так отриману карту завантажують у середовище ArcGIS та за допомогою панелі просторової прив'язки додають тверді точки, вказавши вхідні координати точок. Під час реєстрації зображення необхідно обрати проекцію та систему координат (Рис.3.1.3, рис.3.1.4).

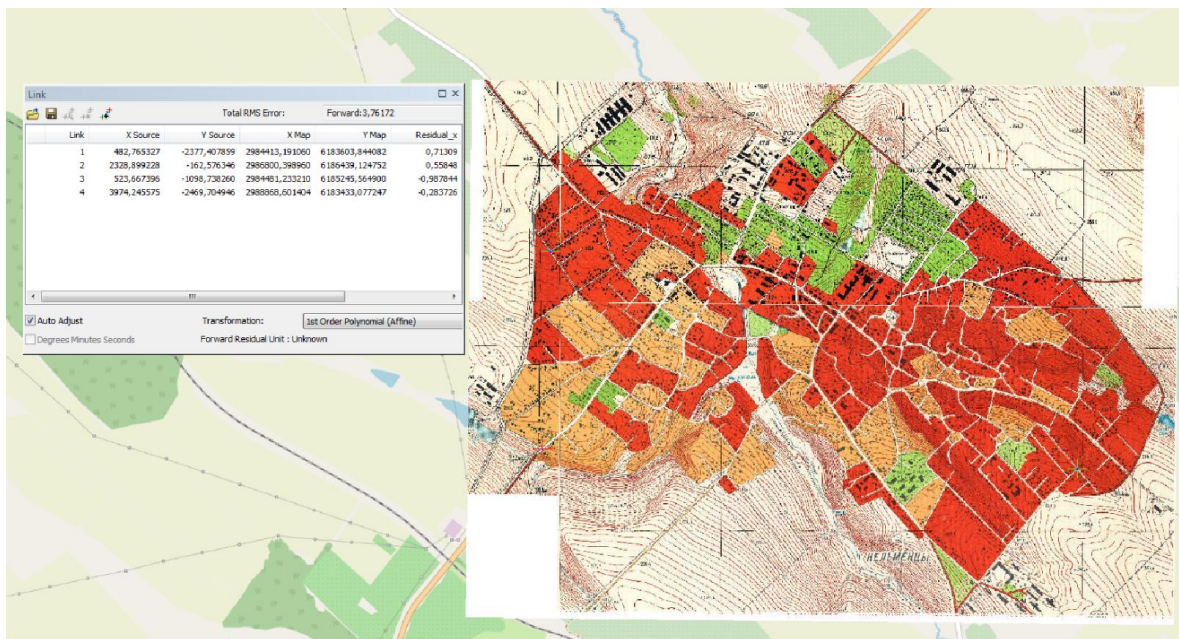


Рис.3.1.3. Точки прив'язки растрового зображення в середовищі ArcGis

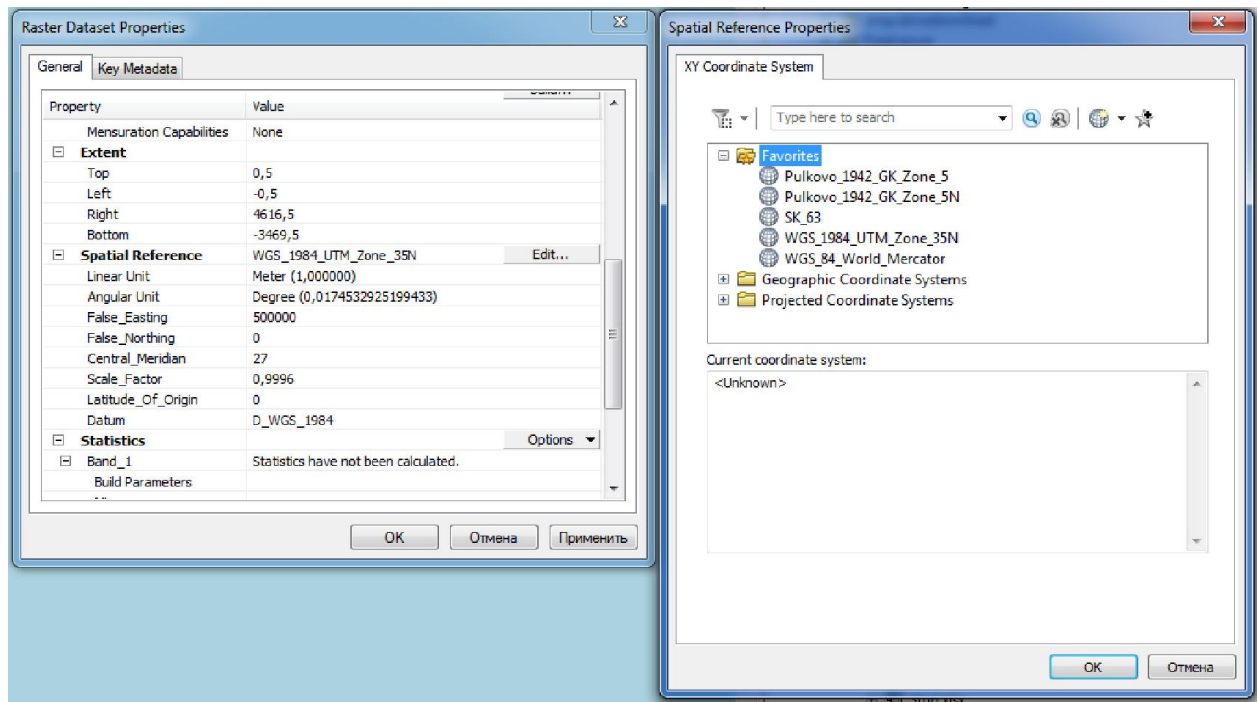


Рис.3.1.4. Вибір системи координат та картографічної проекції

Для цієї території відповідною проекцією є проекція Гауса-Крюгера – поперечна циліндрична рівнокутна картографічна проекція, вона дає можливість практично без суттєвих спотворень зобразити досить значні ділянки земної поверхні. Датумом виступає Пулково-1942 (Система координат 1942, СК-42). Це локальний датум, що використовує еліпсоїд Красовського, найбільше відповідного до європейської пострадянської території.

У підсумку отримаємо ряд картографічних та аерокосмічних зображень, які допоможуть у подальшому сформуванні проектування (Рис.3.1.5).

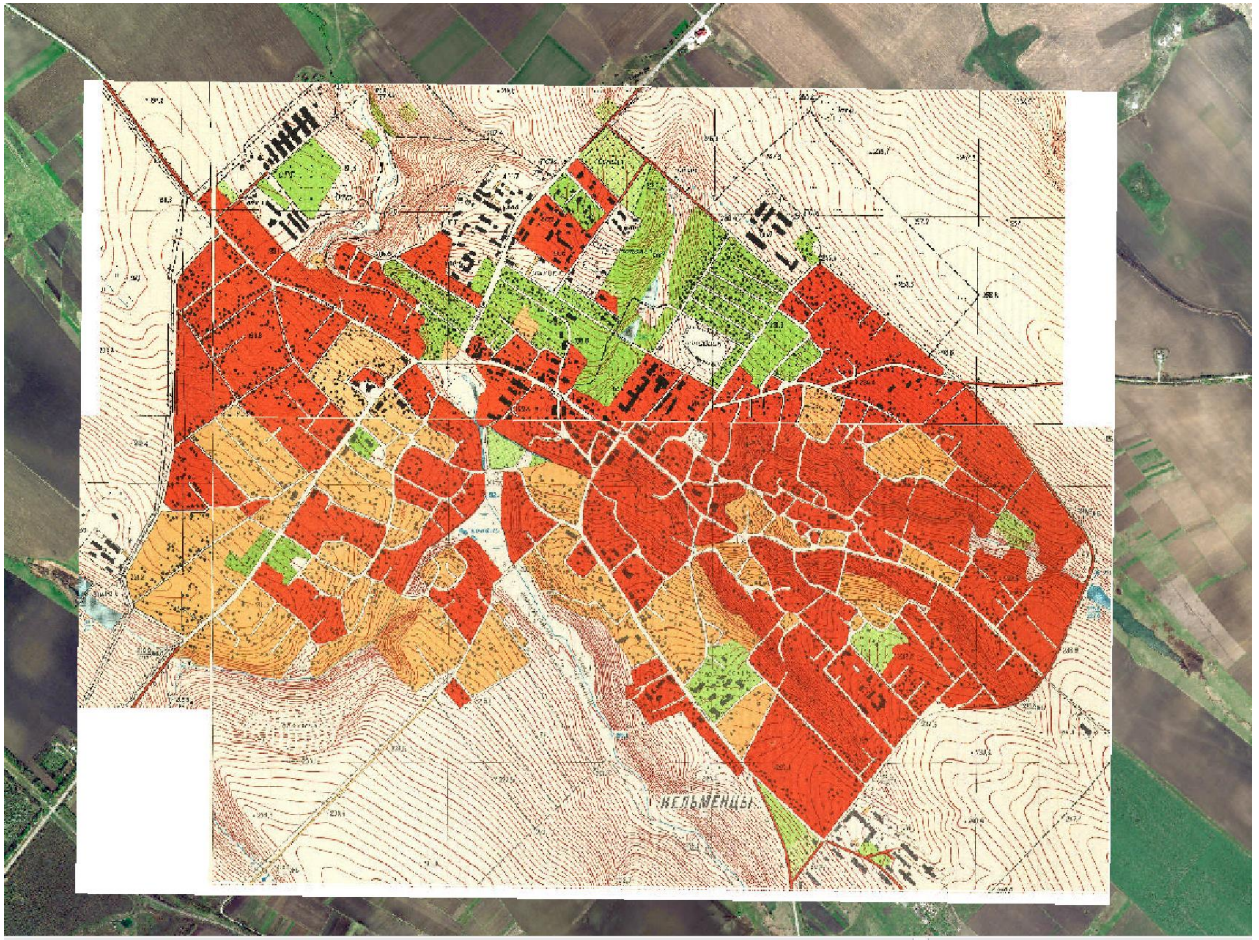


Рис.3.1.5. Прив'язана топографічна карта М 1:10 000 та космознімок
Формування базових шарів.

Каркасом картографування смт. Кельменці мають слугувати ключові шари, які дозволять не тільки прив'язати отримані результати до місцевості, але і покращити кінцеве сприйняття сухої статистики [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Для цього, за допомогою стандартного провідника Arc Map "Arc Catalog", були використані наступні шари:

1. Адміністративні межі населеного пункту Кельменці та землі поза його меж, які входять до складу територіальної громади, що при потребі надасть змогу прив'язати статистику служб водного господарства до картмоделі (Рис.3.1.6)
2. Адміністративні межі Кельменецького району, що знадобиться для обмеження знімків SRTM.
3. Знімки SRTM, що слугуватимуть основою для даного дослідження.



Рис.3.1.6. Межі смт. Кельменці на космознімку

3.2. Аналіз існуючих досліджень використання ГІС-технологій у гідрології та розробці гідрологічних карт

Щорічно проводяться міжнародні наукові конференції, присвячені дослідженню гідрологічних об'єктів та вивченню нових методів їх досліджень. Відповідні публікації містять узагальнену інформацію про останні досягнення в цій галузі. У якості прикладів конференцій, пов'язаних з гідрологією, доречно навести такі, як: Міжнародна конференція з гідрології та метеорології, Конференція по гідрології, океану і атмосфері (НОАС), NGWAGroundwaterExpo, Міжнародна конференція з управління річковими басейнами, включаючи всі аспекти гідрології, екології, природокористування, заплав та водноболотних угідь, Конгрес Міжнародного комітету з іригації та дренажу (МКІД), Конгрес МАГ — Підземні

води: виклики та стратегії. На таких конференціях представляються існуючі та нові дослідження щодо використання ГІС та ДЗЗ в гідрологічних розрахунках, в оцінці водних ресурсів і прогнозуванні небезпечних гідрологічних явищ. ГІС-технології використовуються практично для вирішення всіх завдань гідрології. Існує безліч прикладів успішного застосування ГІС для прогнозування та моделювання сценаріїв паводків та повеней. Створювані при цьому цифрові карти відображають потенційні площі затоплень і служать основою для проектування та будівництва захисних споруд.

Багато сучасних актуальних наукових робіт присвячено використанню цифрових моделей висот для вивчення морфології водозбірних басейнів і оцінки зсувної небезпеки.

Приклади дослідницьких досягнень України щодо використання ГІС-технологій у розробці гідрологічних карт:

1. Картографічні моделі, створені на основі звіту про науково-дослідну роботу «Проведення просторового аналізу змін водного режиму басейнів поверхневих водних об'єктів на території України внаслідок зміни клімату» (2013 рік). За мету дослідження мала оцінка зміни водного режиму в басейнах головних річок України на основі аналізу багаторічної динаміки середньорічного стоку води, а також прогнозне моделювання середньорічного стоку води
2. за даними регіональних кліматичних моделей на основі сценаріїв зміни кліматичних умов в Україні до 2050 р. 2. Картографічні моделі, представлені у науковій доповіді «Ресурси та якість поверхневих вод України в умовах антропогенного навантаження та кліматичних змін» (2017 рік). На основі розробленої концепції системних гідрохімічних досліджень виконано оцінку впливу природних і антропогенних чинників на формування хімічного складу та якість поверхневих вод України. Відзначено вплив кліматичної складової на зміни умов формування водного стоку річок України[16].

Висновки до розділу 3

На даному етапі магістерського дослідження, на підставі проведеного аналізу класифікації географічних карт за змістом, масштабом та просторовим охопленням визначено місце гідрологічних карт вод суші в загальній класифікації карт.

Також проведено аналіз існуючих досліджень використання технологій геоінформаційних системи у гідрології та розробці гідрологічних карт, у тому числі розглянуто дослідницькі досягнення України в даній галузі.

Слід додати, що в ГІС-пакетах, призначених для просторово-часового аналізу і моделювання природних і природно-господарських територіальних систем і розв'язання завдань, пов'язаних з навколишнім середовищем, у тому числі з охороною і раціональним використанням природних ресурсів, таких, як ARC/INFO, ArcGISDesktop, IDRISI, PCRaater та ін., на базі цифрових моделей рельєфу реалізовані алгоритми аналізу гідрографічної мережі.

Основою аналізу гідрографічної мережі є карта місцевих ліній течії (localdraindirection), побудова якої виконується з використанням цифрової моделі рельєфу. С використанням карти місцевих ліній течії можлива побудова карти «вищерозміщених елементів», що є растром, у кожній комірці якого міститься величина площі водозбору, з якого дана комірка одержує водне живлення, а також реалізація цілої серії аналітичних процедур, які забезпечують моделювання гідрологічних процесів. Карта «вищерозміщених елементів», крім забезпечення функцій моделювання, наочно відображає структуру гідрографічної мережі, включаючи її схиліві елементи.

Отже, цифрова карта дозволяє більш повно аналізувати наявні дані, отримувати нову інформацію з певними властивостями. Вона містить не тільки картографічні дані про просторові об'єкти, але й описову інформацію (атрибути). Також цифрова карта має ряд можливостей для подальшого використання при створенні інших картографічних моделей.

РОЗДІЛ 4. ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПАКЕТУ ARCGIS

4.1. Огляд групи інструментів гідрологія у середовищі ArcGIS

Інструмент басейн створює растр, що містить контури всього дренажного басейну.

Водозбірні басейни виділяються в рамках вікна аналізу шляхом визначення ліній хребтів (вододілів) між басейнами. Вхідний растр напрямку стоку аналізується з метою пошуку всіх суміжних осередків, які належать до однієї і тієї ж водозбірної області. Водозбірні басейни створюються шляхом розміщення точок усть на краях вікна аналізу (де вода «витече» з растра). Крім того, визначаються локальні зниження. Потім встановлюється область вище кожної точки гирла, з якої здійснюється стік в цю точку. Це призводить до створення растра водозбірних басейнів.

Кращих результатів можна досягти, якщо при створенні вхідного растру Напрями стоку (FlowDirection) ввімкнути опцію Сток з крайніх осередків спрямований назовні (Forcealledgecellstoflowoutward) (FORCE в Python).

Всі осередки растра будуть застосовуватись до будь-якого басейну, навіть якщо він складається з одного осередку.

Заповнення – заповнює локальні зниження в растрі поверхні для видалення всіх невеликих помилок і неточностей, притаманних даним.

Локальні зниження, а також піки, найчастіше представляють собою невеликі помилки, що виникають з дозволу даних або округлення висот до найближчого цілого значення.

Для забезпечення більш коректного виділення басейнів і видатків локальні зниження повинні бути заповнені. Якщо локальні зниження незаповнені, виділена дренажна мережа може мати розриви.

Інструмент Заповнення (Fill) використовує еквіваленти декількох інструментів, таких як Фокальний стік (Focal Flow), Напрямок стоку (Flow

Direction), Локальне зниження (Sink), Водозбірна область (Watershed) і Заповнення зон (Zonal Fill) для виявлення і заповнення локальних знижень (Рис. 4.1.1). Виконання інструменту – це процес, який повторюється до тих пір, поки не будуть заповнені всі локальні зниження з урахуванням заданого обмеження по Z (по висоті). У міру того, як локальні зниження заповнюються, на кордоні заповнюваних зон можуть створюватися нові локальні зниження, які будуть видалені під час виконання наступних операцій [21].



Рис. 4.1.1 Профіль локального зниження до і після запуску інструменту Заповнення

Інструмент може також використовуватися для видалення локальних підвищень, які є помилковими осередками з висотою, більшою, ніж можна було б очікувати, враховуючи показники навколишньої поверхні (Рис. 4.1.2)

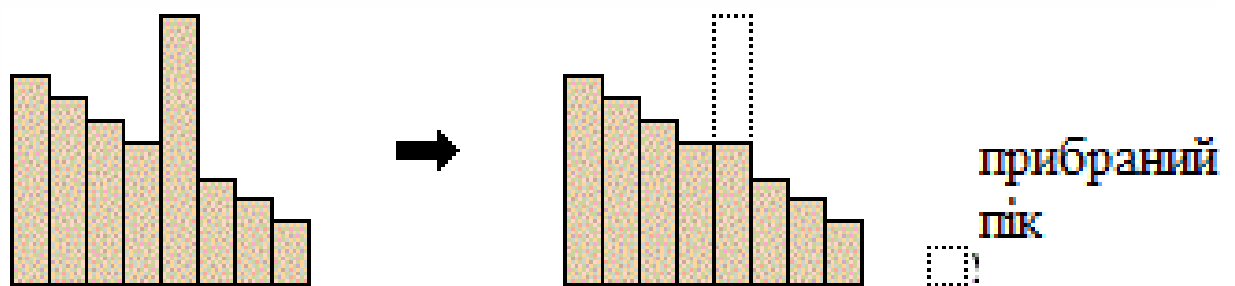


Рис. 4.1.2. Профіль піку до і після запуску інструменту Заповнення.

Вивчаючи ЦМР (DEM) 30-метрового дозволу Геологічної служби США в форматах, відмінних від SDTS, Tarbotonetal. (1991) виявили, що від 0,9 до 4,7% осередків були приймачами. Середнє значення коригування для цих локальних

знижень складає від 2.6 до 4.8 метрів. Це означає, що для ґрида розміром 1000 на 1000 (1 мільйон осередків), може існувати від 9000 до 47000 локальних знижень, які повинні бути заповнені. Інші джерела даних по ЦМР можуть містити більш високий або більш низький відсоток локальних знижень, в залежності від того, які поверхні обробляються.

Інструмент Сумарний стік (Flow Accumation) обчислює сумарний стік як сумарну вагу всіх осередків, що впадають в кожну клітинку вниз по схилу вихідного растру. У випадку якщо не надано растра ваг, кожному осередку призначається вага 1, а значенням осередків вихідного растру є кількість осередків, що впадають в кожну клітинку [17].

На діаграмі нижче малюнок нагорі ліворуч зображує напрямок переміщення з кожного осередку, а правий верхній малюнок – кількість осередків, що впадають в кожну клітинку (Рис. 4.1.3)

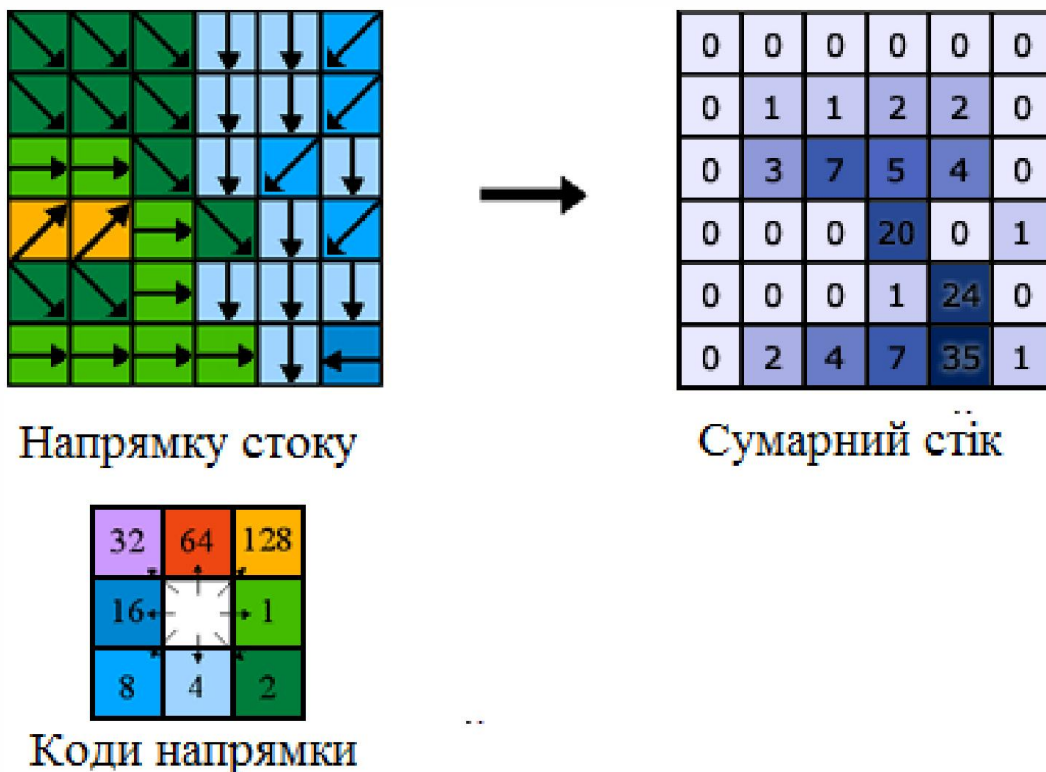


Рис. 4.1.3. Визначення сумарного стоку.

Осередки з високим сумарним стоком – це ділянки концентрованого стоку, вони можуть бути використані для визначення русел водотоків. Осередки з сумарним стоком, рівним нулю, – це локальні топографічні піки; вони можуть бути використані для виділення хребтів або ліній вододілу.

Прикладом використання інструменту Сумарний стік (FlowAccumulation) з вхідним растром ваг може служити визначення кількості дощових опадів, які потрапляють в заданий басейн. В такому випадку вхідний растр ваг може бути безперервним растром, наприклад, середня кількість дощових опадів за певний період. Вихідні дані інструменту представлятимуть кількість опадів, що протікає через кожен клітинку, при допущенні, що весь дощ який випав стікає по поверхні і не існує перехоплення опадів, немає випаровування, і опади не просочуються в ґрунтові води. Цей процес можна також розглядати як кількість дощових опадів, які випадають на поверхню землі вище по схилу щодо кожного осередку.

Результати виконання інструменту Сумарний стік (Flow Accumulation) можуть бути використані для створення мережі водотоків шляхом застосування порогового значення для вибору осередків з високим сумарним стоком.

Для отримання гідрологічних характеристик поверхні є можливість визначити напрямок стоку з кожного осередку растра. Це робиться за допомогою інструменту Напрямок стоку (Flow Direction).

Цей інструмент використовує поверхню в якості вхідних даних і видає растр, що показує напрямок стоку кожного осередку. Якщо Ви вибрали Вихідний растр зниження (Output drop raster), створюється вихідний растр, що показує відношення максимальної зміни по висоті з кожного осередку вздовж напрямку стоку до відстані між центрами осередків, вираженої у відсотках. Якщо Ви вибрали Сток з крайніх осередків спрямований назовні (Force all edge cells to flow outward), стік з усіх осередків на ребрі растра поверхні буде здійснюватися назовні, за краї растра (Рис. 4.1.4).

Є 8 коректних вихідних напрямків щодо 8 суміжних осередків, в які може перейти стік. Цей підхід зазвичай називається моделлю восьминаправленого стоку (D8), він дотримується принципів підходу в Jenson and Domingue (1998)

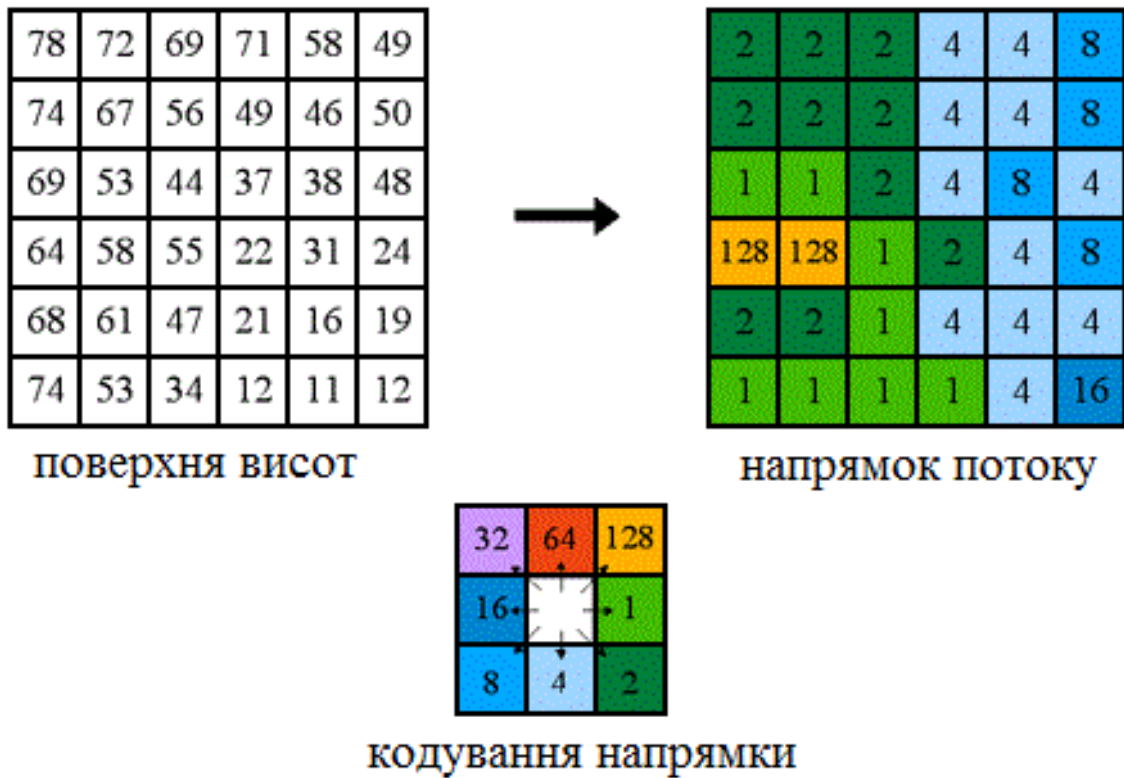


Рис. 4.1.4. Присвоєння коду напрямку стоку.

Обчислення напрямку стоку

Напрямок стоку визначається напрямом найбільш крутого спуску, або максимального зниження, з кожного осередку. Воно обчислюється таким чином:

$$\text{maximum_drop} = \text{change_in_z-value} / \text{distance} * 100$$

Відстань обчислюється між центрами осередків.

Отже, якщо розмір осередку прийняти за одиницю, відстань між двома ортогональними осередками дорівнюватиме 1, а відстань між діагональними осередками – 1,414 (квадратний корінь з 2). Якщо максимальне зниження висоти до найближчих осередків однаково в декількох напрямках, область сусідства розширюється до тих пір, поки не буде знайдений найкрутіший спуск.

Якщо знайдено напрямок найкрутішого зниження, вихідному осередку надається значення, що представляє цей напрямок [22].

Якщо всі сусідні осередки вище, ніж оброблюваний осередок, такий осередок буде розглядатися як помилка в даних; вона повинна бути заповнена до мінімального значення висоти сусідніх осередків. Сток буде здійснюватися в цей

осередок. Однак в тому випадку, якщо локальне зниження розміром в одну клітинку розташоване на фізичному краю растра, або в її околицях є хоча б один осередок зі значенням NoData (немає даних), заповнення не відбувається через недостатню кількість інформації по сусідніх осередках. Щоб осередок можна було розглядати як істинне локальне зниження розміром в одну клітинку, для нього повинна бути інформація по всіх сусідніх осередках.

Якщо стік з двох осередків здійснюється один в одного, вони є локальними зниженнями з невизначеним напрямком стоку. Такий метод визначення напрямку стоку по цифровій моделі рельєфу розглянуто в книзі Дженсона і Домініка (Jenson and Domingue, 1998) [19].

Осередки, які є локальними зниженнями, визначаються за допомогою інструменту Локальне зниження (Sink). Щоб отримати точне уявлення напрямку стоку по поверхні, потрібно заповнити локальні зниження до використання растра напрямку стоку.

Довжина лінії стоку – обчислює відстань вгору або вниз за течією, або зважену відстань, вздовж потоку для кожного осередку.

Інструмент Довжина лінії стоку (Flow Length) головним чином застосовується для обчислення довжини найдовшого маршруту стоку всередині заданого басейну. Це вимір, який часто використовується для обчислення часу заповнення басейну. Ця операція може бути виконана з використанням опції UPSTREAM.

Інструмент може бути також використаний для створення графіків «відстань-площа» при моделюванні опадів і поверхневого стоку з застосуванням растра ваг як фактора опору руху вниз по схилу.

Тип значень для вихідного растра інструменту Довжина лінії стоку (Flow Length) – число з плаваючою точкою (float).

Локальне зниження – це осередок або набір просторово суміжних осередків, напрямку стоку з яких не може бути присвоєно жодного з восьми коректних значень напрямків в растрі напрямку стоку. Таке відбувається в тому випадку, якщо всі сусідні осередки вище, ніж оброблюваний осередок, або коли два осередки перетікають один в одній, утворюючи петлю з двох осередків.

Вважається, що локальні зниження мають невизначені напрямку стоку; їм присвоюється значення, що є сумою з можливих напрямків. Наприклад, якщо максимальні значення ухилу, i , отже, напрямок стоку, однакові для правого (1) і лівого (16) осередків, як значення напрямку стоку цьому осередку буде присвоєно значення 17.

Щоб точно визначити напрям стоку i , отже, сумарний стік, краще користуватися набором даних, в якому немає локальних знижень. Цифрова модель рельєфу (ЦМР), яка оброблена з метою видалення всіх локальних знижень, носить назву ЦМР без знижень.

Локальні зниження в даних по висот, як правило, виникають через помилки в даних. Ці помилки найчастіше викликані методами вибору опорних точок і округленням висот до цілих чисел. Природно, що виникають локальні зниження в даних по висотах з розміром осередків 10 метрів або більше зустрічаються рідко, за винятком льодовиків або карстових областей, і, в цілому, можуть розглядатися як помилки. У міру того, як збільшується розмір осередку, кількість локальних знижень в наборі даних найчастіше теж збільшується.

Визначення та видалення локальних знижень, при створенні ЦМР без знижень, є ітеративним процесом. Коли локальне зниження заповнюється, також заповнюються кордони області, можуть створюватись нові локальні зниження, які необхідно заповнити. Розділи, що стосуються інструменту Заповнення зон (Zonal Fill) допомагають роз'яснити, як створити ЦМР без знижень.

Іноді корисно знати глибину локального зниження або групи локальних знижень. Ця інформація може бути використана для визначення відповідного обмеження по висоті (Z limit) для інструменту Заповнення локальних знижень (Fill) або для розуміння типу помилок, присутніх в даних (Рис. 4.1.5).

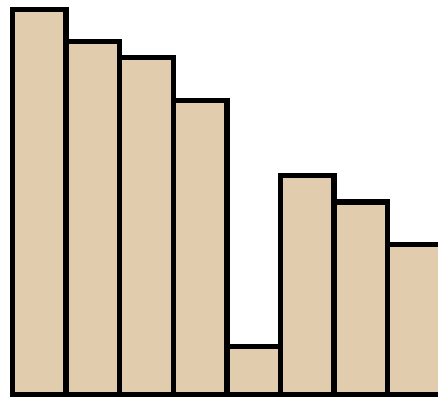


Рис.4.1.5. Профіль локального зниження.

Процедура з використанням інструментів геообробки для заповнення локальних знижень:

Використовуйте інструмент Локальне зниження (Sink) для створення растра локальних знижень, кодованих значенням глибини.

Вхідний растр напрямку стоку (Input flow direction raster): flowdir

Вихідний растр (Output raster): sinks

Використовуйте інструмент Вододіл (Watershed) для створення растра ділянок, з яких виконується стік кожне локальне зниження.

Вхідний растр напрямку стоку (Input flow direction raster): flowdir

Вхідні растрові або векторні дані точки впадіння (Input raster or feature pour point data): sinks

Вихідний растр (Output raster): sink_areas

Використовуйте інструмент Зональна статистика (Zonal Statistics) з мінімальною статистикою для створення растра мінімальних висот в водозборі кожного локального зниження.

Вхідні растрові або векторні дані зон: sink_areas

Поле зони: Значення

Вхідний растр значень: вхідної растр висот

Вихідний растр (Output raster): sink_min

Тип статистики (Statistics type): MINIMUM

Використовуйте інструмент Заповнення зон (Zonal Fill)

для створення растра максимальної висоти в водозборі кожного локального зниження.

Вихіднийрастр (Input zone raster): sink_areas

Вхіднийрастрваг (Input weight raster): висота

Вихіднийрастр (Output raster): sink_max

Використовуйте інструмент Віднімання (Minus) для того, щоб відняти мінімальне значення з максимального значення для пошуку глибини.

Вхіднийрастр (Input raster 1): sink_max

Вхіднийрастр 2 (Input raster 2): sink_min

Вихіднийрастр (Output raster): sink_depth

Прив'язка точки гирла – прив'язує точки усть до осередку з найбільшим сумарним стоком у межах заданої відстані.

Інструмент Прив'язка точки гирла (Snap Pour Point) використовується для забезпечення вибірки точок з високим сумарним стоком при виділенні водозбірних басейнів з використанням інструменту Вододіл (Watershed). Інструмент Прив'язка точки гирла (Snap Pour Point) буде виконувати пошук осередків з найвищим сумарним стоком у межах величини допуску навколо заданих точок усть і зрушувати точку гирла в це положення.

Якщо вхідні дані точки усть представлені у вигляді класу точкових об'єктів, вони будуть внутрішньо конвертовані в растр для подальшої обробки.

Вихідні дані – це цілочисельний растр, на якому вихідні положення точок усть прив'язані до місцезнаходжень з високим сумарним стоком.

Якщо існує тільки одне вхідне положення точок усть, екстент вихідних даних буде відповідати екстентам растра сумарного стоку. Якщо існує більше однієї точки гирла, екстент вихідних даних визначається параметром середовища Вихідний екстент (Output extent).

При вказівці вхідних положень точок усть як даних об'єктів, полем за замовчуванням буде перше доступне і допустиме поле. Якщо допустимих полів немає, за замовчуванням використовується поле ObjectID (наприклад, OID або FID).

Ідентифікація видатків – привласнює унікальні значення секціям растрової лінійної мережі, розташованим між зчленуваннями ліній.

Ідентифіковані сегменти видатків – це фрагменти дренажної мережі між двома

послідовними з'єднаннями, між з'єднанням і гирлом або між з'єднанням і витокком.

Ілюстрація зв'язків в каналі водотоків (Рис. 4.1.6)

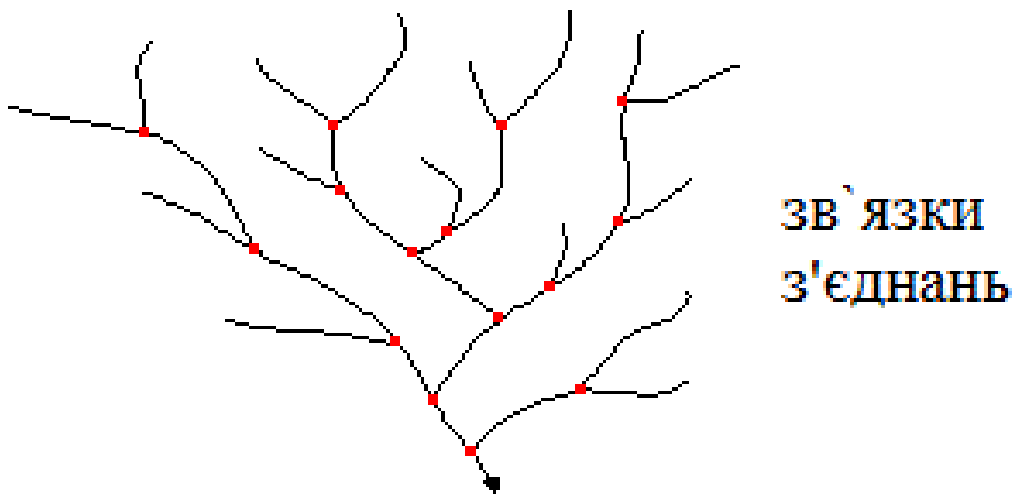


Рис. 4.1.6 Ілюстрація зв'язків в каналі водотоків.

Вхідний растр видатків може бути створений шляхом визначення порогового значення для вихідних даних, отриманих в результаті виконання інструменту Сумарний стік (Flow Accumulation).

Растрова лінійна мережа водотоків повинна бути представлена у вигляді значень, які більше або дорівнюють одиниці на тлі значень NoData (відсутня).

Порядок видатків – це метод присвоєння числового порядку зв'язків в мережі водотоків. Цей порядок – це метод визначення типів класифікації потоків на основі кількості їх приток. Деякі характеристики водотоків можна вивести, просто знаючи їх порядок.

Наприклад, потоки першого порядку переважають над потоком води на суші; у них немає зосередженого потоку вгору за течією. Через це вони найбільш сприйнятливі до проблем забруднення неточкових джерел і можуть отримати більше користі з широких прибережних буферів, ніж з інших областей вододілів [17]

Інструмент Порядок видатків (Stream Order) має два методи для присвоєння порядку. Це методи, запропоновані Страхлером (1957) і Шреве (1966) (Рис.4.1.7, рис.4.1.8)

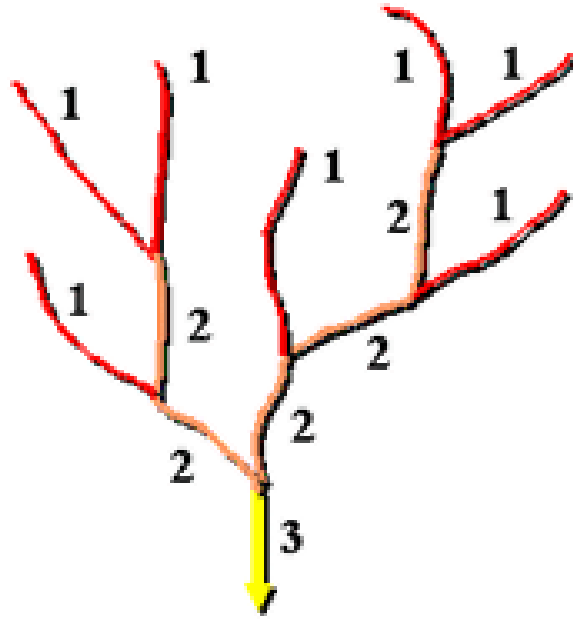


Рис. 4.1.7 Метод порядку видатків Страхлера

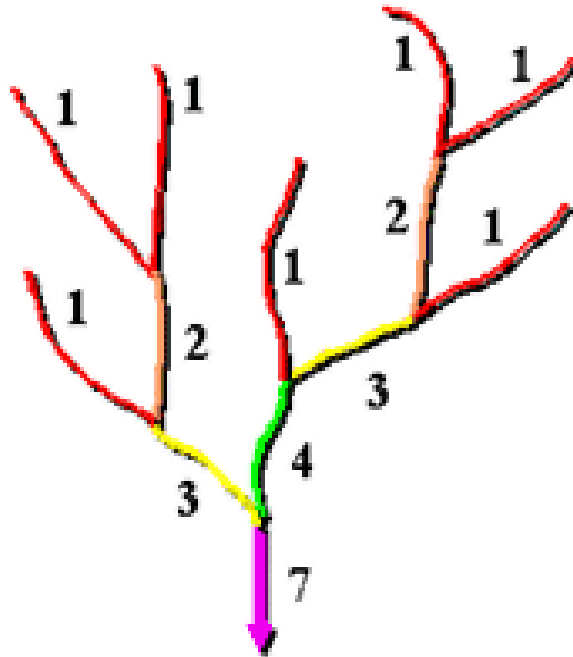


Рис. 4.1.8 Метод порядку видатків Шреве.

У цих двох методах сегментам видатків вгору за течією, або зовнішнім зв'язкам, завжди присвоюється порядок 1.

При визначенні порядку за методом Страхлера, всім сегментам видатків, що не мають приток, присвоюється одиниця, і вони розглядаються як водотоки першого порядку.

Порядок видатків зростає, якщо водотоки з однаковим порядком

перетинаються. Отже, після злиття сегментів першого і другого порядку, водотік буде як і раніше водотоком другого порядку, а не третього порядку. Перетин двох зв'язків різних порядків не приведе до зростання порядку. Наприклад, перетин зв'язку першого і другого порядку не створять зв'язок третього порядку, але збереже порядок зв'язку більшого порядку.

Метод Страхлера – найбільш часто використовуваний метод порядку видатків. Однак, тому що цей спосіб тільки збільшує порядок в перетинах однакових порядків, він не бере до уваги всі зв'язки і може бути чутливим до додавання або видалення зв'язків.

Метод Шреве відповідає за всі зв'язки в мережі. Як і в методі Страхлера, всім зовнішнім зв'язкам присвоюється порядок 1. Однак, для всіх внутрішніх зв'язків в методі Шреве порядки є адитивними. Наприклад, при перетині двох зв'язків першого порядку створюється зв'язок другого порядку, при перетині зв'язку першого і зв'язку другого порядку буде створений зв'язок третього порядку, а при перетині зв'язку другого і зв'язку третього порядку створюється зв'язок четвертого порядку.

Оскільки порядки є адитивними, числа з методу Шреве іноді називаються величинами, а не порядками. Величина зв'язку методу Шреве – це кількість зв'язків вгору за течією[20].

Алгоритм, який використовується інструментом Водотік в просторовий об'єкт (Stream to Feature) – це програма векторизації, розроблена спеціально для векторизації мереж видатків або будь-яких інших лінійних растрових мереж, для яких відома спрямованість потоку.

Інструмент оптимізований таким чином, щоб можна було використовувати растр напрямки для допомоги в векторизації пересічних і прилеглих осередків. Можна виконати векторизацію двох сусідніх лінійних об'єктів, що мають однакове значення, у вигляді двох паралельних ліній. Він відрізняється від інструменту Растр (Raster To Polyline), який, як правило, більш агресивний при згортанні ліній. Щоб уявити собі цю різницю, ми звертаємо увагу на мережу водотоків нижче, де вихідні дані інструменту Водотік в просторовий об'єкт (Stream to Feature) можна порівняти з

вихідними даними інструменту Растр в об'єкт поліліній (Raster To Polyline).(Рис. 4.1.9)

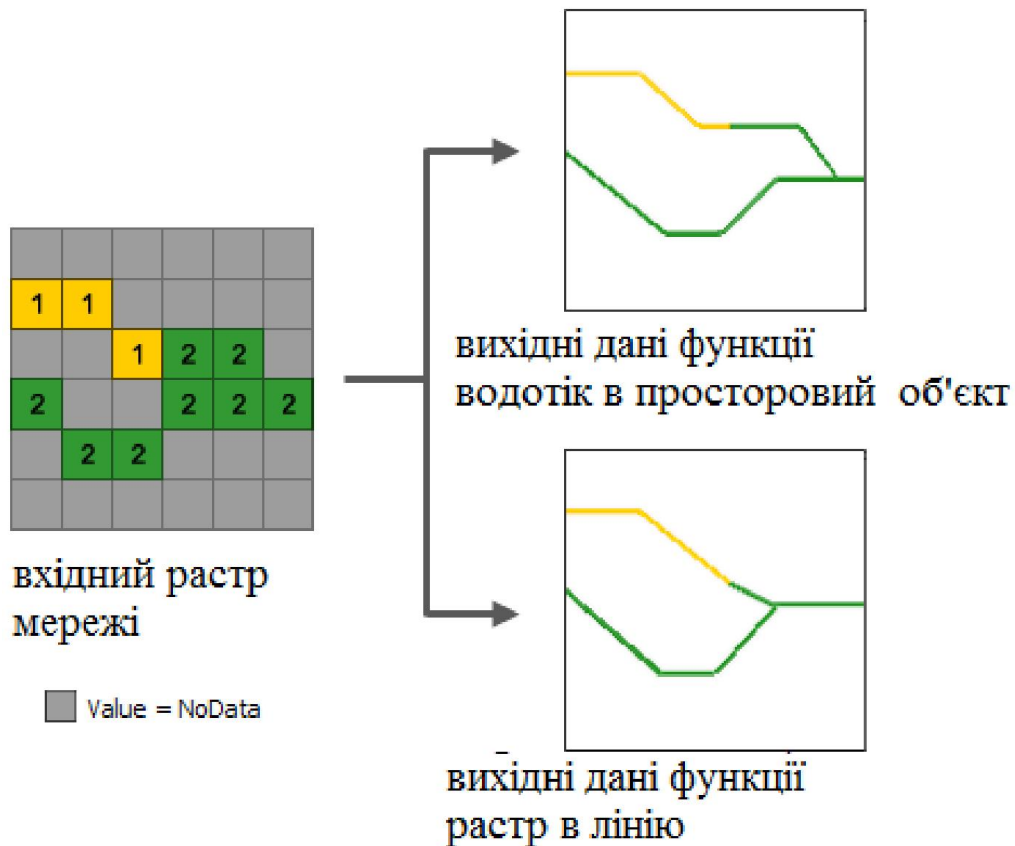


Рис.4.1.9Порівняння методів векторизації растрових мереж водотоків.

Вододіл – це область вгору по схилу, яка розподіляє стік – особливо воду – в загальну «точку зливу» в якості концентрованого дренажу. Він може бути частиною більшого вододілу, а також може містити менші вододіли, звані підбасейни[23]. Межі між вододілами називаються лініями розмежування стоку. «Точка зливу» або точка гирла – це точка, в якій вода витікає з водозбірної області. Це найнижча точка вздовж кордону вододілу (Рис.4.1.10)

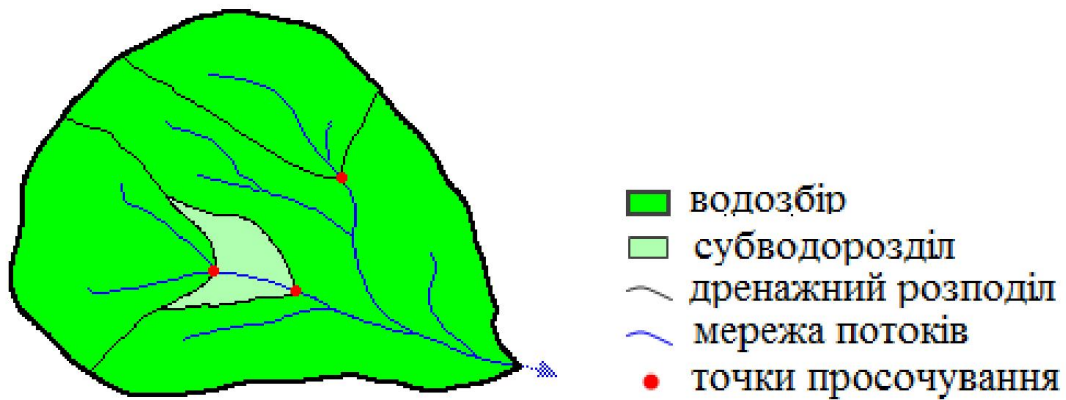


Рис. 4.1.10 Компоненти вододілу.

Вододіли можуть бути виділені з ЦМР шляхом обчислення напрямку потоку і використання його в інструменті Вододіл (Watershed).

Щоб визначити область водозборів, спочатку потрібно створити растр, який представляє напрямок стоку, за допомогою інструменту Напрямок стоку (Flow Direction).

Потім вам потрібно забезпечити розташування, для яких ви хочете визначити область водозборів. Вихідні осередки можуть бути просторовими об'єктами, наприклад, дамбами або водомірними постами, для яких ви хочете визначити характеристики водозбору. Потім можна використовувати граничне значення сумарного стоку. Якщо для визначення вододілу використовується порогове значення, точками усть для вододілу будуть з'єднання мережі водотоків, отримані з сумарного стоку. Таким чином, повинен бути заданий растр сумарного стоку, а також мінімальна кількість осередків, які складають потік (порогове значення).

Вихідними даними є растр вододілів (Рис.4.1.11)



Рис.4.1.11. Виділені вододіли.

4.2.Особливості моделювання площі річкового басейну на території смт.

Кельменці

Басейн річки – територія земної поверхні, з якою всі поверхневі і ґрунтові води стікають в даний водойму, включаючи різні його притоки і річки. Найчастіше мова йде про басейнах річок.

Басейн кожного водойми включає в себе поверхневий і підземний водозбори. Поверхневий водозбір являє собою ділянку земної поверхні, з якого надходять води в дану річкову систему або певну річку. Підземний водозбір утворює товщі пухких відкладень, з яких вода надходить у річкову мережу. Зазвичай поверхневий і підземний водозбори не збігаються, тому визначення межі підземного водозбору практично дуже складно і величину річкового басейну приймається тільки поверхневий водозбір

Басейни між собою відрізняються за гідрологічними та морфометричними характеристиками, а саме:

- довжиною водотоків;
- положенням вододілів;
- площею елементарних басейнів і вододілів;
- кутом нахилу;
- розчленуванням території та ін.

Традиційним джерелом даних для розрахунків цих параметрів є карти і результати землемірної зйомки. Але є й альтернативний спосіб отримання гідрологічних та морфометричних характеристик водозбірних басейнів, який заснований на цифрових моделях рельєфу (ЦМР). Якщо цей процес автоматизувати, то це істотно знизить часові витрати на отримання необхідних параметрів [13].

Моделювання гідрологічних характеристик басейнів річок проводиться в середовищі ArcGIS за допомогою інструментів Hydrology, модуля просторового аналізу Spatial Analyst.

Застосовуючи на практиці інструменти Hydrology та додатково створені моделі, на основі ЦМР замовнику можуть постачатися такі дані:

1. Поверхня напрямку стоку – растровий шар;
2. Поверхня накопичення стоку (сумарний стік) – растровий шар;
3. Поверхня довжини потоку – растровий шар;
4. Мережа водотоків – векторний шар;
5. Вододіли для кожного річкового потоку – растровий і векторний шар;
6. Басейн річки – растровий і векторний шар.
7. Маршрут руху водного потоку (або будь-який інший рідини) вниз за течією від точки спостереження;
8. Також можливе розрахувати додаткову атрибутивну інформацію для кожного вододілу або басейну, а саме:
 - Площі вододілів і басейнів;
 - Середні кути нахилу поверхні;
 - Довжину річок та їх приток[21].

Згідно попередніх досліджень ми встановили, що дані SRTM є точнішими за дані ASTER GDEM, тому вхідними даними для моделювання водозбірного басейну за допомогою модуля ArcGIS Hydrology Tools програмного продукту ArcGIS являються дані дистанційного знімання Землі SRTM з 30-метровою роздільною здатністю на територію Дубенського району Рівненської області. Така точність є відносно невисокою, але для вирішення даної задачі ця точність є цілком достатньою.

Етапами процесу моделювання є:

1. Підготовка зображення до початку роботи
2. Визначення ухилу для кожного пікселя
3. Визначення ймовірних водотоків
4. Формування гідрографічної мережі
5. Поділ річок на сегменти
6. Визначення басейнів
7. Перетворення растрової інформації у векторну

Спочатку ми відкриваємо вихідні дані, а саме знімок SRTMта межі смт Кельменці, межі Кельменецького району. Межі Кельменецького району використані для виділення території дослідження (Рис.4.2.1).

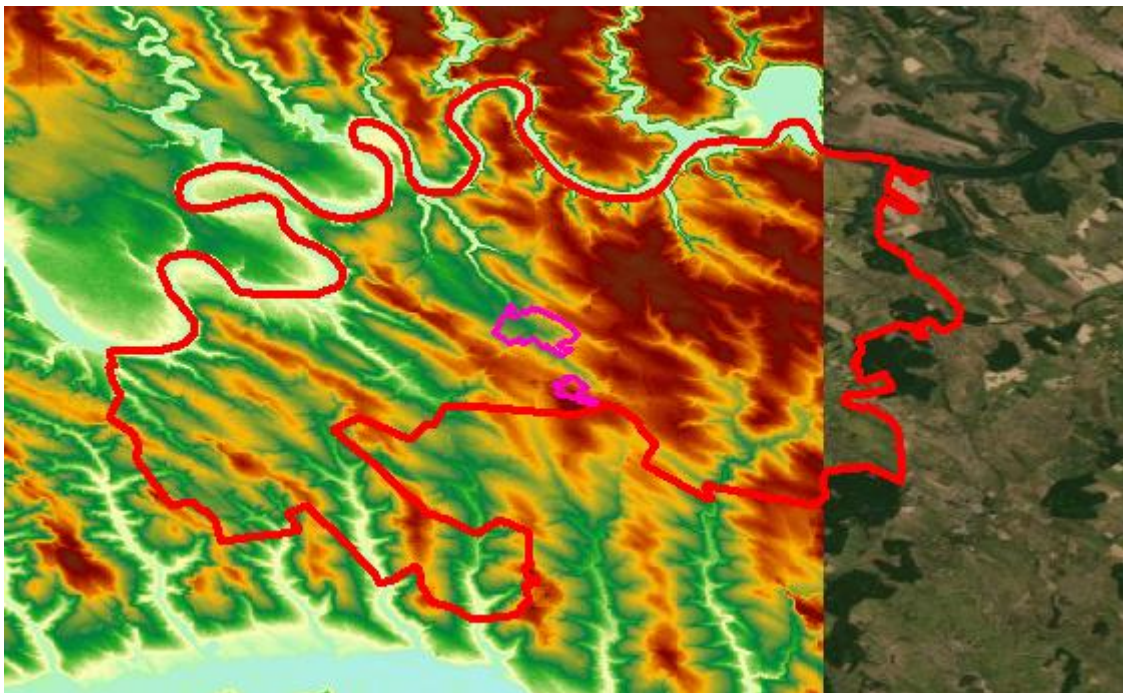


Рис. 4.2.1. Завантаження вихідних даних у програмне забезпечення Arcgis.

Використовуючи інструменти додаткового модулю «Управління даними» оберемо інструмент Обробки растру «Обрізати»(Рис.4.2.2 , рис.4.2.3 , рис.4.2.4).

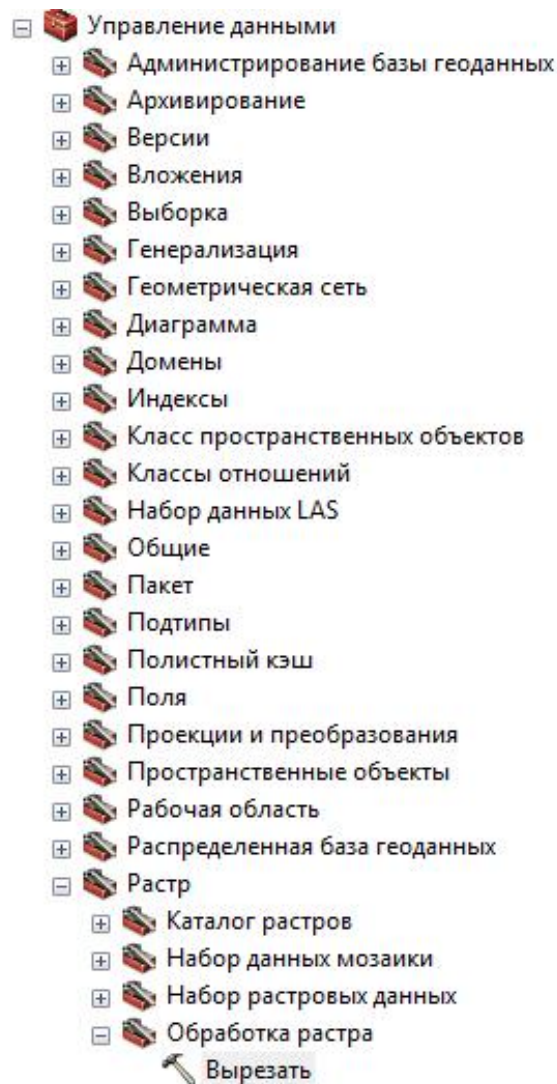


Рис. 4.2.2. Инструменты дополнительного модуля «Управління даними» групи «Растр»

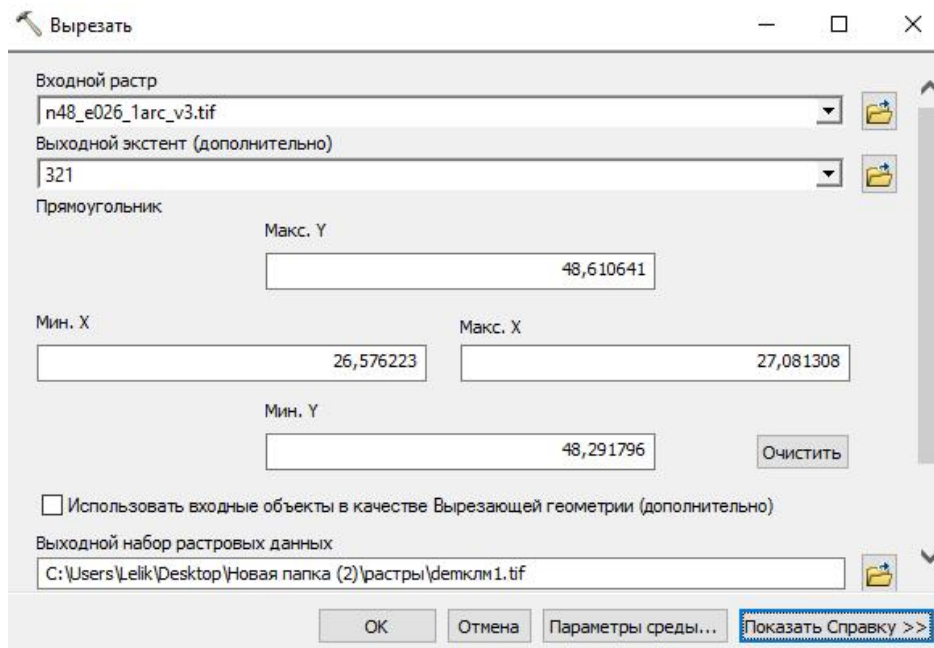


Рис.4.2.3. Робоче вікно інструменту «Вирізати»

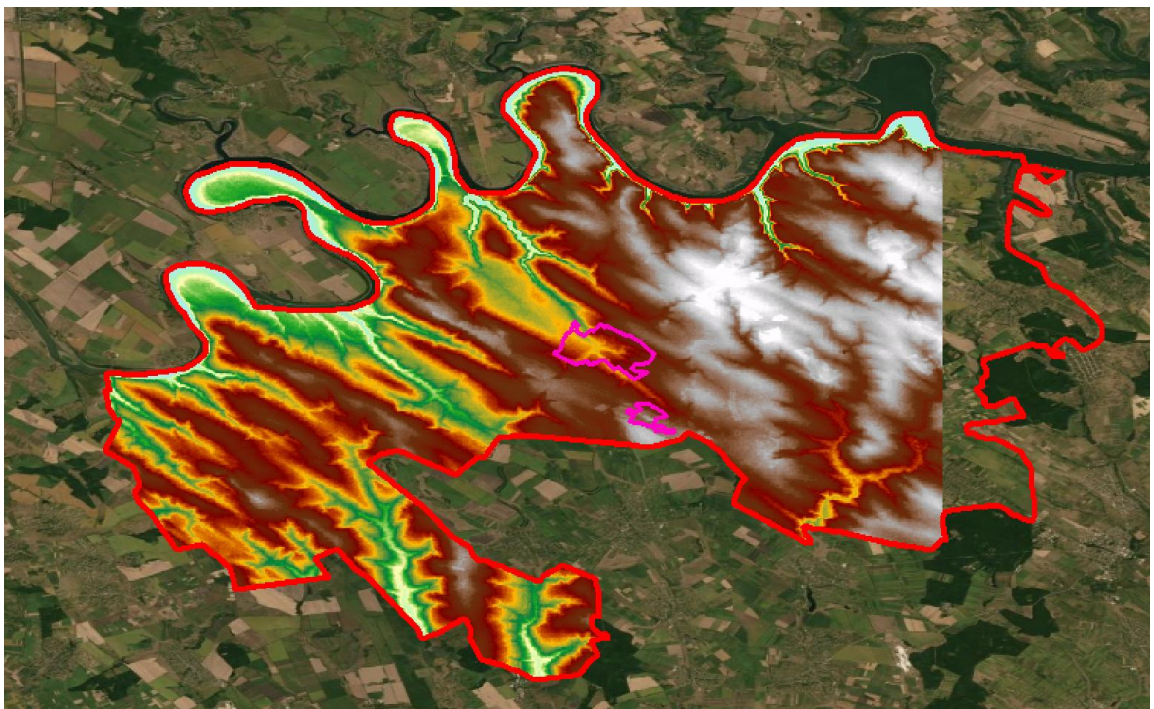


Рис.4.2.4. Застосування інструменту Обробки растру «Обрізати».

За допомогою команди: «TerrainPreprocessing – DEMManipulation – FillSinks» виконуємо етап підготовки зображення до початку моделювання. На даному етапі може статись так, що знімок (знімки) будуть неякісними. Це може бути спричинено так званими «пустими» пікселями. Тому слід відшукати такі і анулювати їх вплив на подальший результат. Така процедура недоступна для людського ока, але такі пікселі можуть кардинально вплинути на подальший результат. Тобто, якщо якийсь

з пікселів просто на просто випадає, то ми його згладжуємо і встановлюємо йому значення на основі інтерполяції. Після такої попередньої підготовки можна приступати до наступного етапу.

На даному етапі ми визначили напрямки ухилів для кожного пікселя зображення. Всіх напрямків буде 8: 4 основних (північ, південь, захід, схід) та 4 проміжних. Для виконання даного етапу потрібно використати додатковий модуль інструментів «Spatial Analyst» групи Гідрологія інструмент «Напрямок стоку» (Рис. 4.2.5, рис.4.2.6, рис.4.2.7)

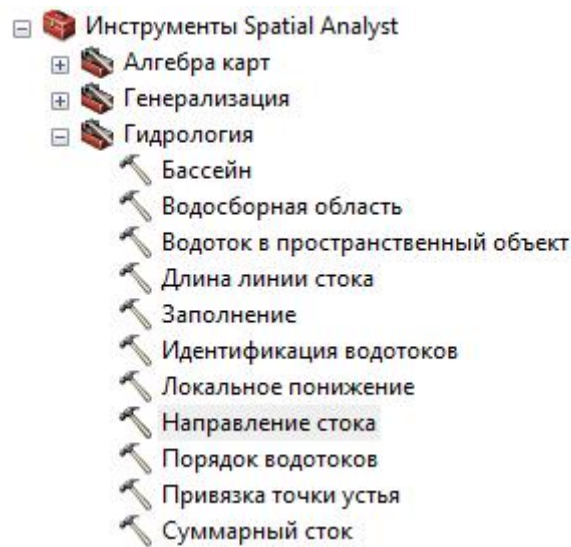


Рис.4.2.5. Инструменты дополнительного модуля «Spatial Analyst» группы «Гідрологія»

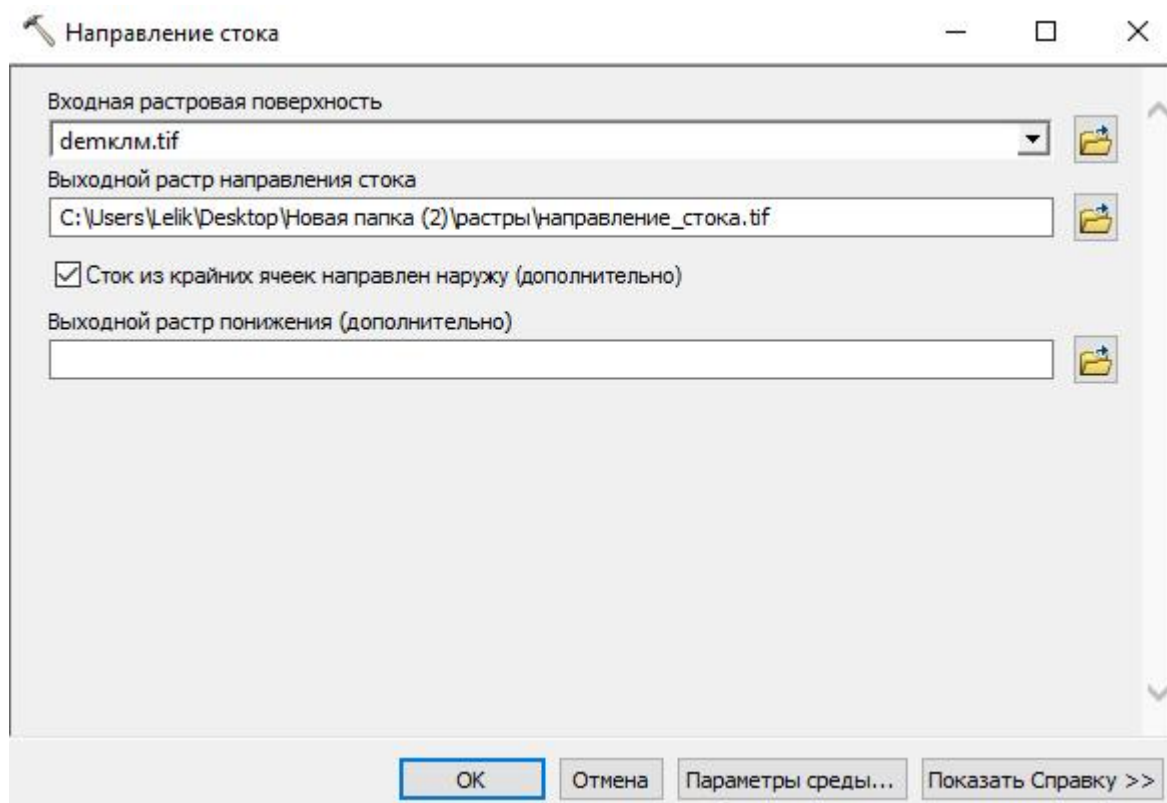


Рис. 4.2.6. Рабочее вікно інструменту «Напряв стоку»

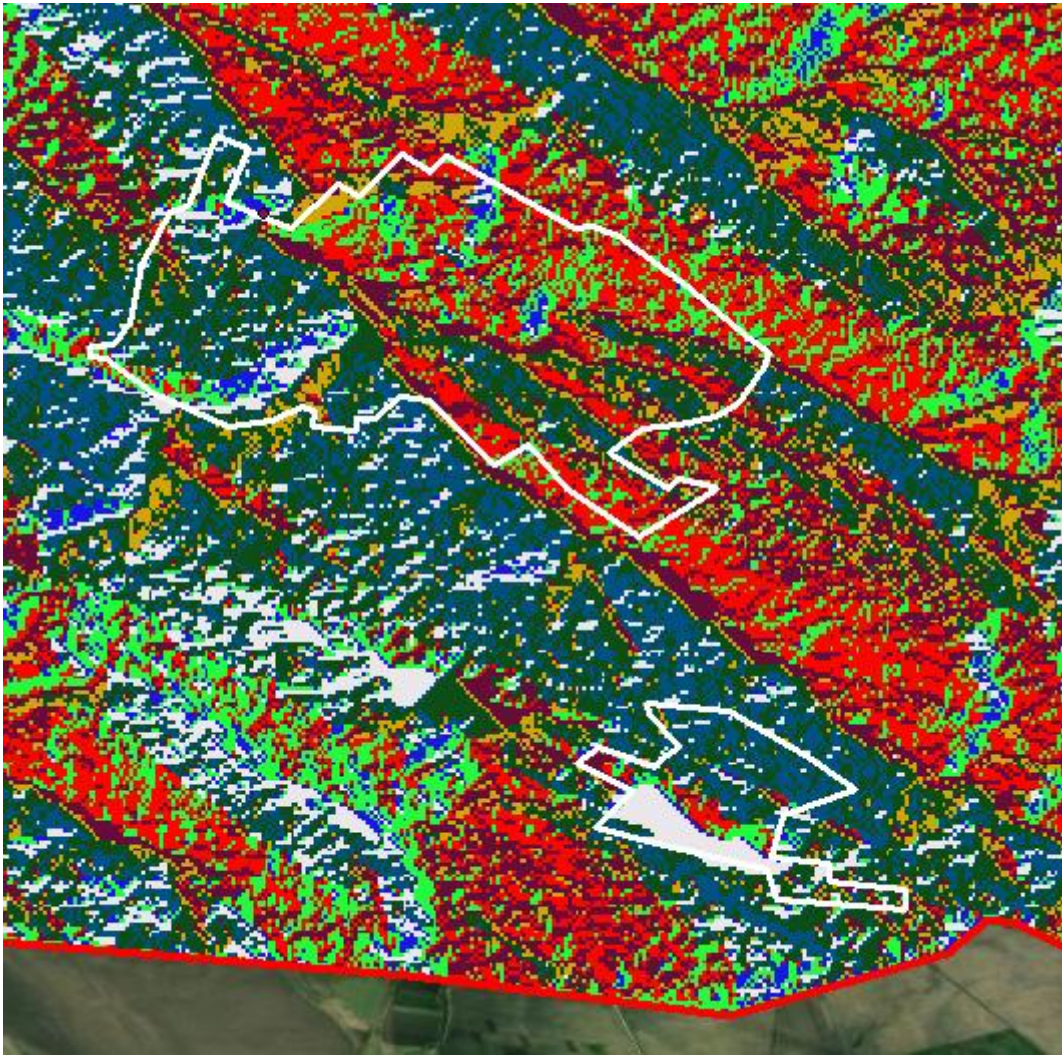


Рис.4.2.7. Використали додатковий модуль інструментів «SpatialAnalyst» групи
Гідрологія інструмент «Напрямок стоку»

Визначення ймовірних водотоків за допомогою функції «Сумарний стік» відбувається наступним чином – на основі попереднього етапу ми можемо визначити загальні водотоки (Рис.4.2.8, рис.4.2.9, рис.4.2.10).

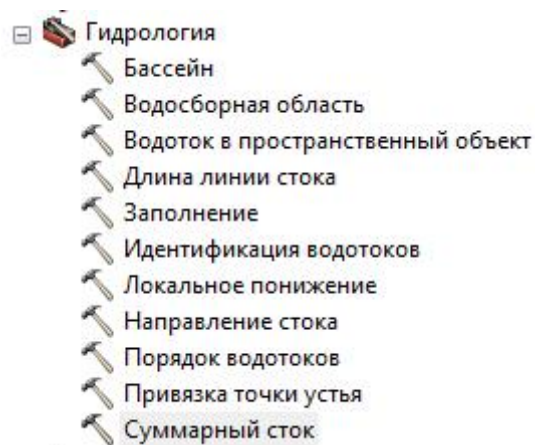


Рис.4.2.8. Інструмент «Сумарний стік» в групі іструментів «Гідрологія»

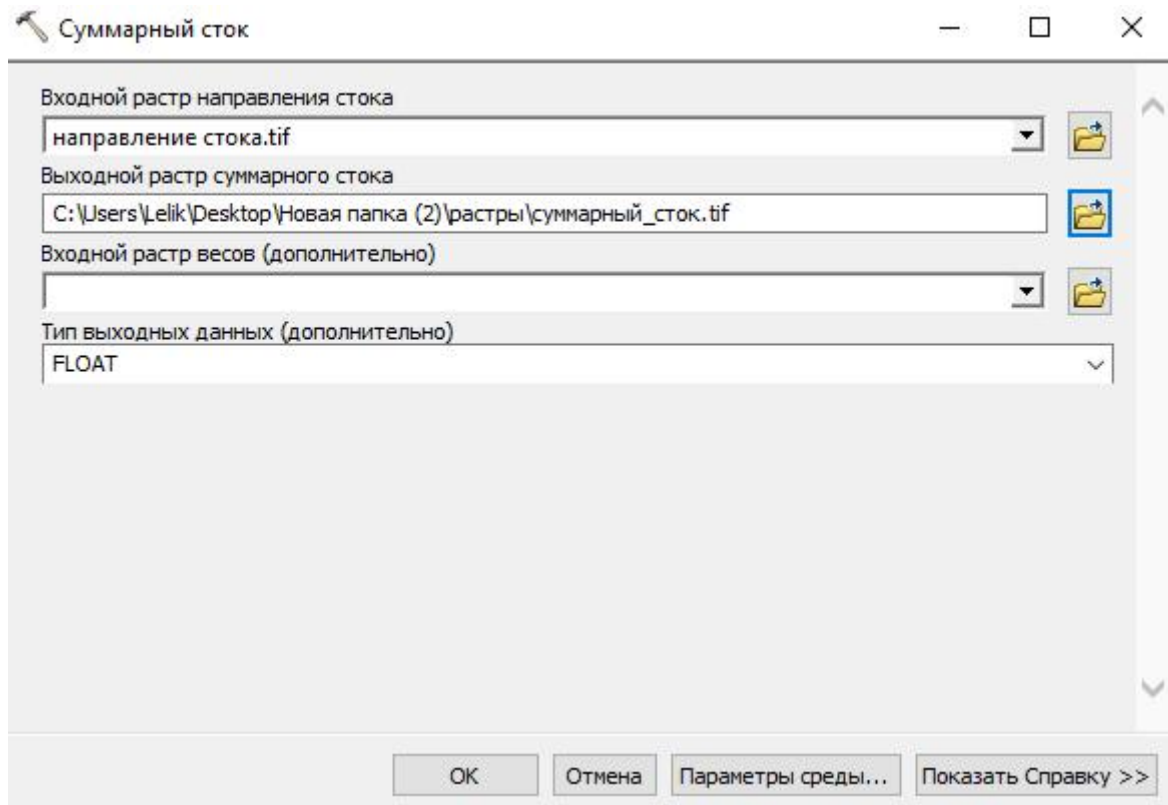


Рис.4.2.9. Рабочее вікно інструменту «Сумарний стік»



Рис.4.2.10. Застосування інструменту Сумарний стік.

Для визначення площі водозбірного басейну смт. Кельменці, обрали точку перетину сумарного стоку та меж населеного пункту. Після чого за допомогою інструменту «Водозбірна область» та інструментів модулю «Конвертація» групи «Із

растру» створили шейп файл території водозбірної області смт. Кельменці (Рис.4.2.11-4.2.15).

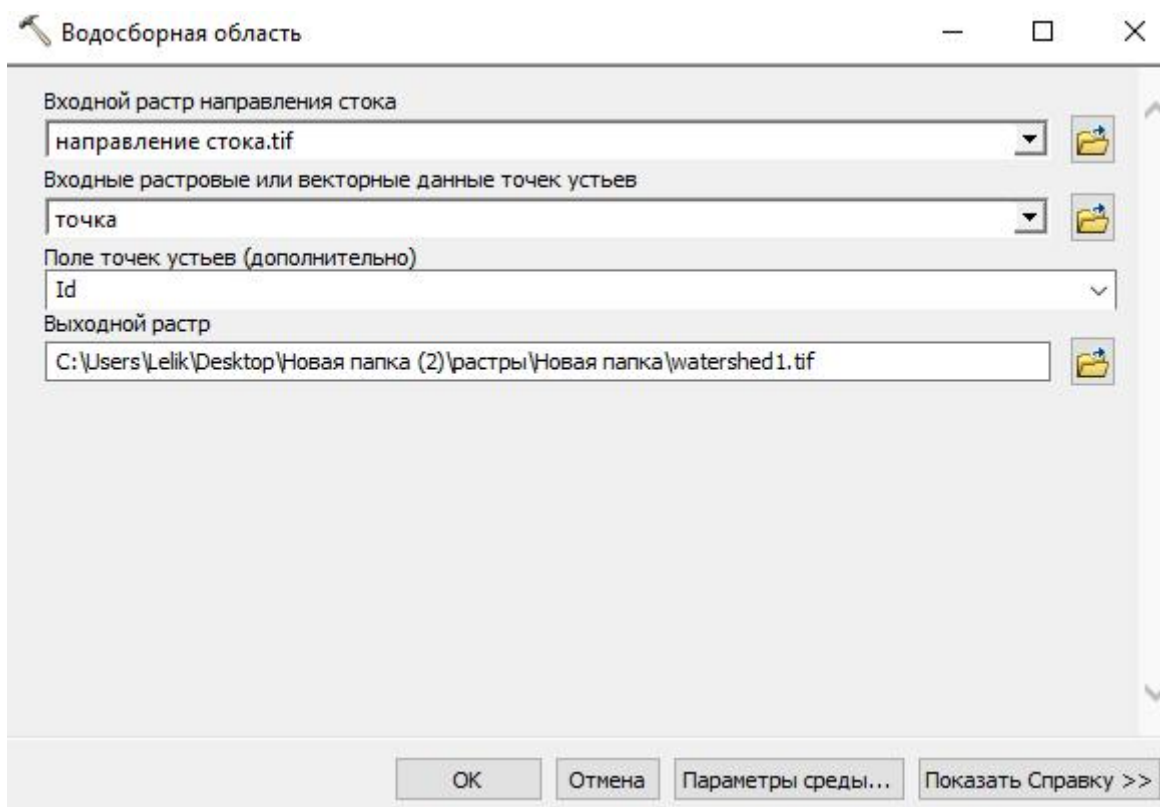


Рис.4.2.11. Рабочее окно инструмента «Водозбiрна область»

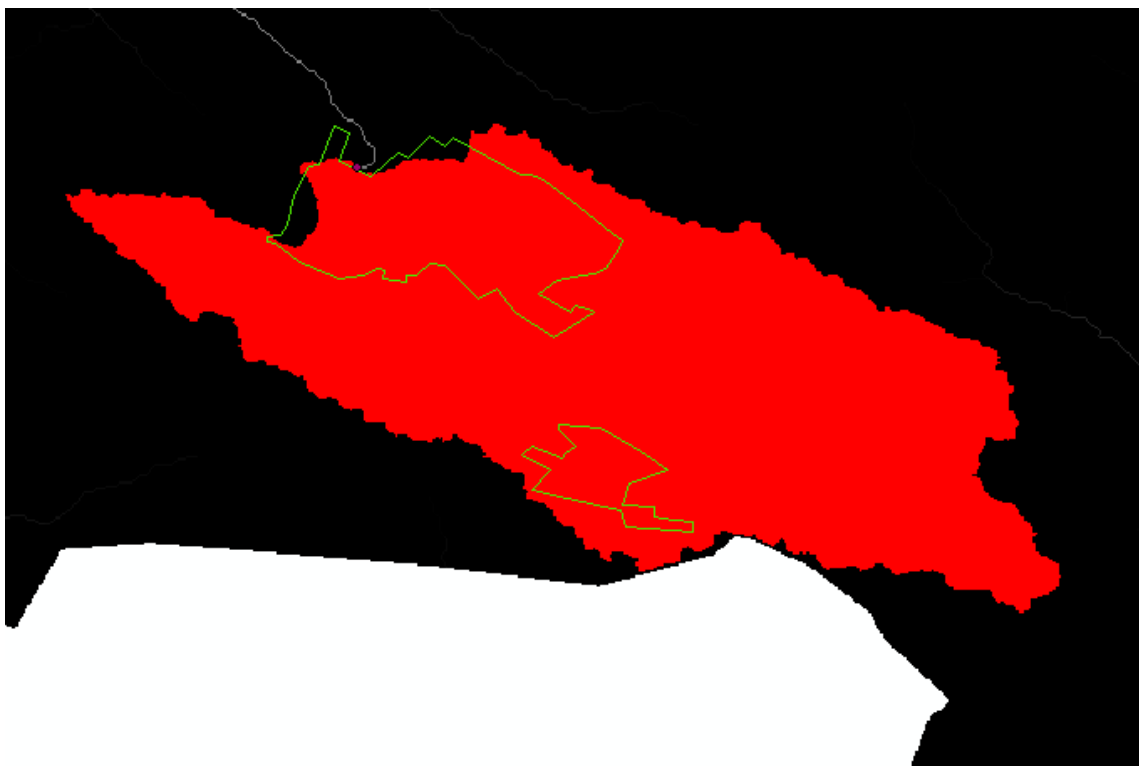


Рис.4.2.11. Створений растр водозбiрної області

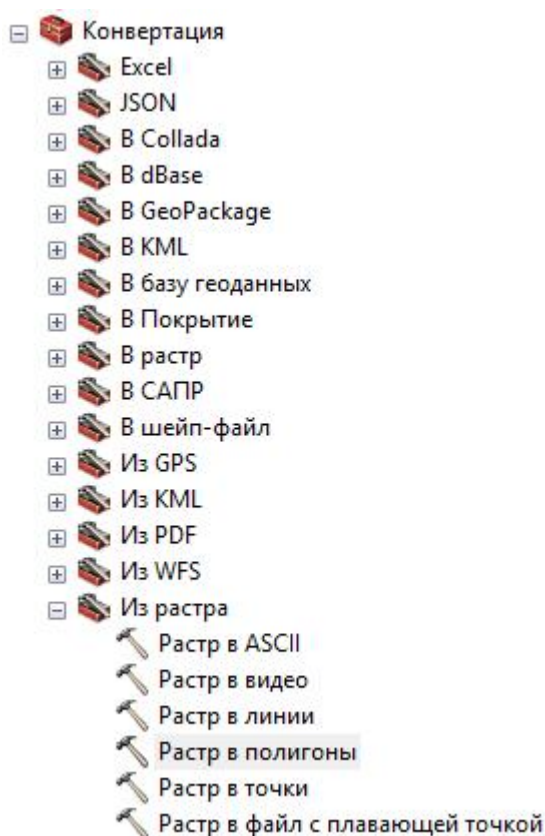


Рис.4.2.12. Инструмент «Растр в полигоны» в группе инструментов «Из растра»

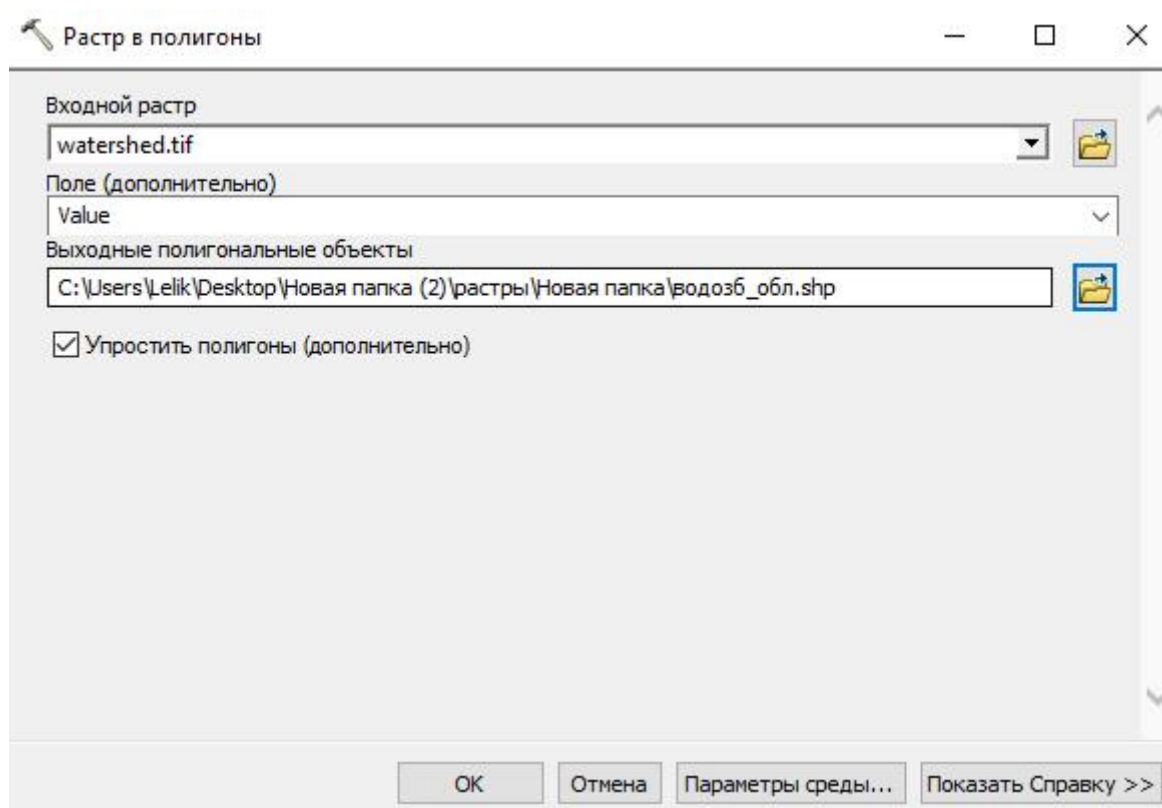


Рис.4.2.13. Рабочее окно инструмента «Растр в полигоны»

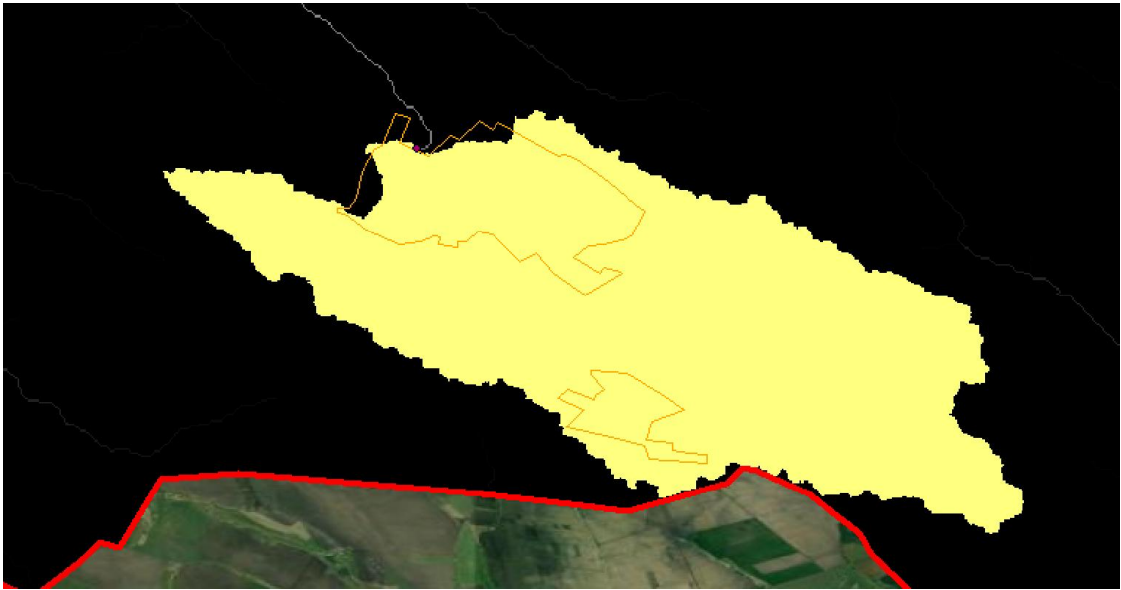


Рис.4.2.14. Територія водозбірного басейну у вигляді полігону.

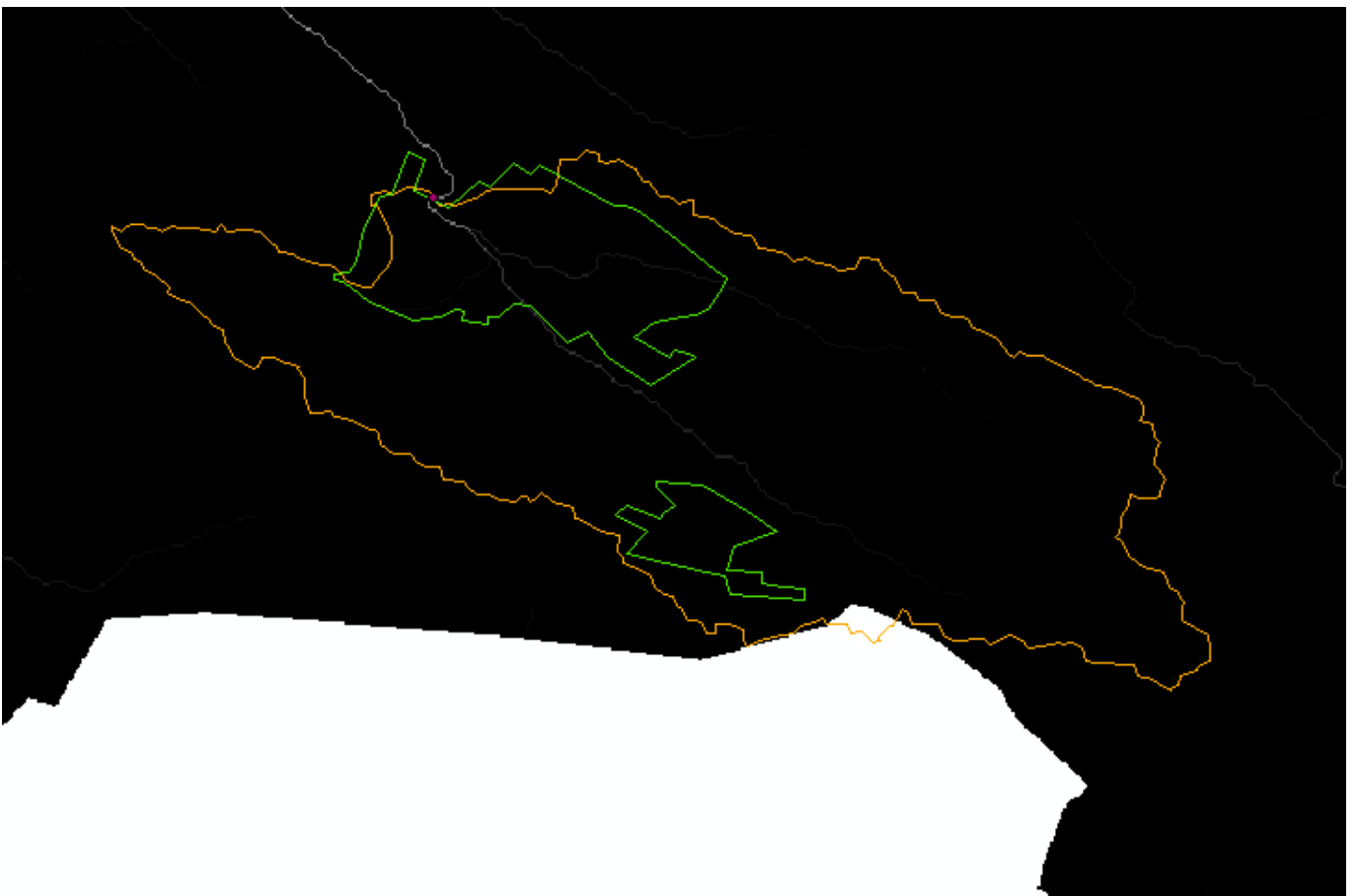


Рис.4.2.15. Межі водозбірного басейну на растрі сумарного стоку.

Після цього визначили площу водозбірного басейну, яка становить 38926423 м². При цьому ймовірність його існування буде визначатись насиченістю зображення. На цьому етапі «відкидаються» і не беруться до уваги ті ділянки водотоків, ймовірність яких є низькою. При цьому ступенем такої генералізації ми

можемо власноруч керувати, залежно від наших потреб (чим більше значення кількості комірок – тим більша ступінь генералізації). Після функції «Алгебра карт» в нас залишаться лише найбільші водотоки (можна сказати, що це цілком сформовані річки) (Рис.4.2.16)

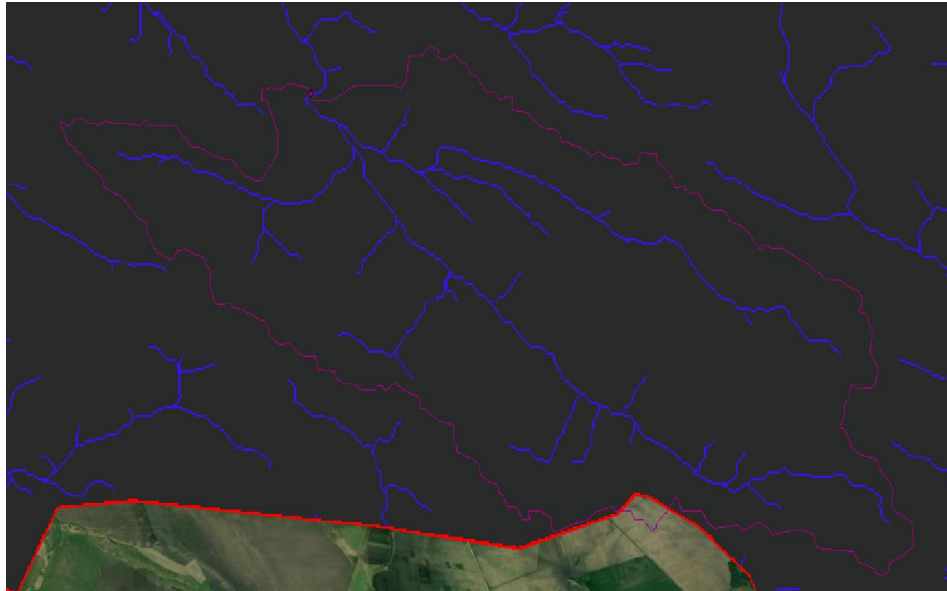


Рис. 4.2.16. Сумарний стік для території водозбірного басейну смт. Кельменці.

Необхідно розбити кожну річку з її притоками на окремий сегмент для того, щоб для кожної можна було побудувати власний водозбірний басейн. Для цього виконуємо команду «Порядок водотоків».

Розрахували загальну довжину річок та струмків даного водозбірного басейну, що становить 39687м (Рис.4.2.17, рис. 4.2.18)



Рис. 4.2.17. Водозбірний басейн території смт Кельменці (річки та струмки що входять до нього).

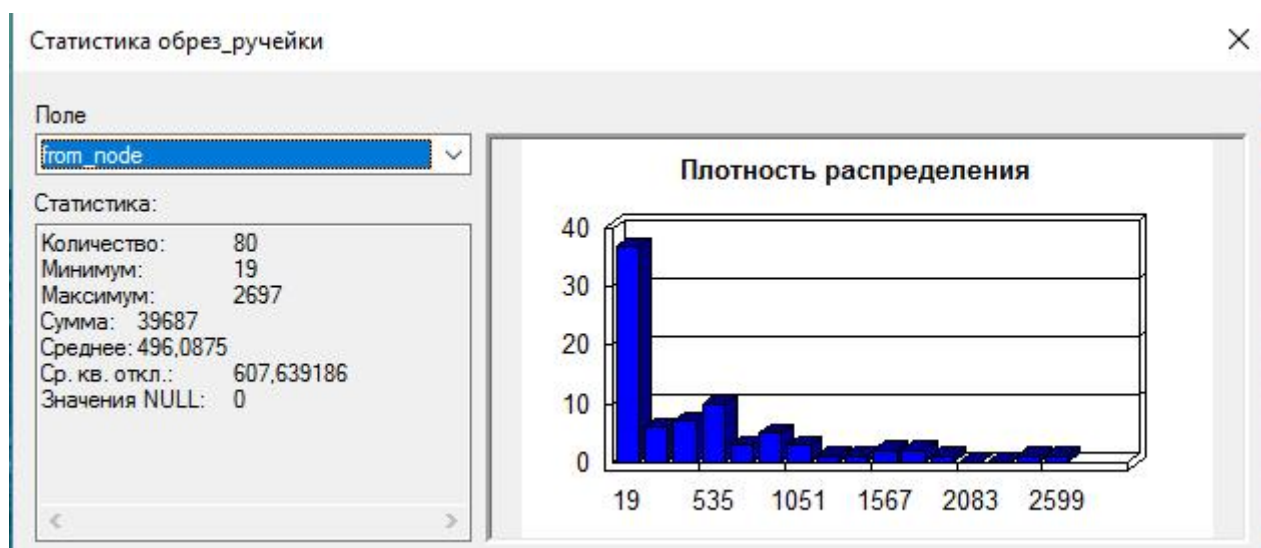


Рис. 4.2.18. Статистика даних довжини річок та струмків.

Висновки до розділу 4

Інструменти групи Гідрологія (Hydrology) використовуються для моделювання потоку води по поверхні.

Інформація про форму земної поверхні може використовуватися в різних галузях, наприклад в регіональному плануванні, сільському або лісовому господарстві. Для цих галузей має важливе значення розуміння принципів руху води по поверхні, а також впливу змін в даній області на напрямок потоку.

Група інструментів Гідрологія містить інструменти, які за допомогою даних висот і службової інформації моделюють рух вод по ландшафту з метою визначення вододілів і трасування вниз за течією.

ArcGIS містить величезну кількість нових інструментів для створення 3D-візуалізації, включаючи реалістичні фото промальовування міст. Такі 3D-карти поєднують в собі надійні дані з баз географічних даних, включаючи можливість запити даних в форматі 3D, з усім багатством і простотою 3D-візуалізації. Красиві анімовані ролики можуть бути створені з використанням функції обльоту даних, наприклад, результатів вашого аналізу інформації або для підтримання можливості візуалізації змін з плином часу.

Висновки

Водні ресурси являють собою стратегічний, життєво важливий природний ресурс, що має особливе значення, який є національним багатством кожної країни, однією з природних основ її економічного розвитку, який забезпечує усі сфери життя і господарської діяльності людини. Водні ресурси визначають можливості розвитку промисловості й сільського господарства того чи іншого регіону, розміщення населених пунктів, організації відпочинку й оздоровлення людей.

Гідрографічні характеристики і показники – ключ до розуміння ряду найважливіших гідро-логічних закономірностей, оскільки вони дозволяють, особливо при відсутності даних безпосередніх спостережень, непрямим шляхом, швидко, хоча і наближено, отримати важливі гідрологічні відомості. Режим річок і їх гідрологічні риси в одних і тих же фізико-географічних умовах значно змінюються в залежності від розмірів або порядку річок.

На другому етапі магістерського дослідження, на підставі проведеного аналізу класифікації географічних карт за змістом, масштабом та просторовим охопленням визначено місце гідрологічних карт вод суші в загальній класифікації карт.

Також проведено аналіз існуючих досліджень використання технологій геоінформаційних системи у гідрології та розробці гідрологічних карт, у тому числі розглянуто дослідницькі досягнення України в даній галузі.

Слід додати, що в ГІС-пакетах, призначених для просторово-часового аналізу і моделювання природних і природно-господарських територіальних систем і розв'язання завдань, пов'язаних з навколишнім середовищем, у тому числі з охороною і раціональним використанням природних ресурсів, таких, як ARC/INFO, ArcGISDesktop, IDRISI, PCRaater та ін., на базі цифрових моделей рельєфу реалізовані алгоритми аналізу гідрографічної мережі.

Основою аналізу гідрографічної мережі є карта місцевих ліній течії (localdraindirection), побудова якої виконується з використанням цифрової моделі рельєфу. С використанням карти місцевих ліній течії можлива побудова карти «вищерозміщених елементів», що є растром, у кожній комірці якого міститься величина площі водозбору, з якого дана комірка одержує водне живлення, а також

реалізація цілої серії аналітичних процедур, які забезпечують моделювання гідрологічних процесів. Карта «вищерозміщених елементів», крім забезпечення функцій моделювання, наочно відображає структуру гідрографічної мережі, включаючи її схиліві елементи.

Отже, цифрова карта дозволяє більш повно аналізувати наявні дані, отримувати нову інформацію з певними властивостями. Вона містить не тільки картографічні дані про просторові об'єкти, але й описову інформацію (атрибути). Також цифрова карта має ряд можливостей для подальшого використання при створенні інших картографічних моделей.

Для моделювання руху води по ландшафту з метою визначення вододілів і трасування вниз за течією використовуються інструменти групи Гідрологія (Hydrology). Інформація про форму земної поверхні може використовуватися в різних галузях, наприклад в регіональному плануванні, сільському або лісовому господарстві. Для цих галузей має важливе значення розуміння принципів руху води по поверхні, а також впливу змін в даній області на напрямок потоку.

ArcGIS містить величезну кількість нових інструментів для створення 3D-візуалізації, включаючи фото реалістичні промальовування міст. Такі 3D-карти поєднують в собі надійні дані з баз географічних даних, включаючи можливість запити даних в форматі 3D, з усім багатством і простотою 3D-візуалізації. Красиві анімовані ролики можуть бути створені з використанням функції обльоту даних, наприклад, результатів вашого аналізу інформації або для підтримання можливості візуалізації змін з плином часу.

Вибір об'єкту дослідження, басейн річки Сурша, яка є правою притокою річки Дністер в межах Кельменецького району, вмотивований тим, що ця частина території району, яка розташована практично на вододільній ділянці Прут-Дністерського межиріччя мало забезпечена водними ресурсами. Так зокрема 52,3% від загальної кількості населення селища Кельменці, яке користується водою із центрального водопроводу, відчуває нестачу чистої питної води, що є наслідком того, що він уже практично повністю вичерпав свій ресурс, а також не повною мірою заповнений через брак джерел води. Інша частина населення – використовує

воду з криниць або з індивідуальних свердловин, які у переважній більшості також перебувають у незадовільному стані.

Встановлено, що в басейнах малих річок основними землекористувачами є сільське господарство – на його частку припадає від 70 до 90% усіх освоєних земель річкового водозбору. Малі річки формують “водний потенціал” нашої країни і саме тому потребують особливої уваги.

Гідрографічні характеристики і показники – ключ до розуміння ряду найважливіших гідро-логічних закономірностей, оскільки вони дозволяють, особливо при відсутності даних безпосередніх спостережень, непрямым шляхом, швидко, хоча і наближено, отримати важливі гідрологічні відомості. Режим річок і їх гідрологічні риси в одних і тих же фізико-географічних умовах значно змінюються в залежності від розмірів або порядку річок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ющенко Ю. С. Загальна гідрологія. Чернівці : Чернівецький національний університет, 2017. 591 с
2. Хільчевський В. К., Ободовський О. Г., Гребінь В. В. та ін. Загальна гідрологія. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2008. 400 с.
3. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р. реалізація положень ВРД ЄС. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2017. № 1 (44). С. 8–20.
4. Гидрология: Учебник для вузов В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский, С.А. Добролюбов. 2-е изд. испр. М.: Высш. шк., 2007. 463 с: ил.
5. Клименко В.Г. Гідрологія України: Навчальний посібник для студентів географів. – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2010. 124 с
6. Основи геоінформатики: Навчальний посібник / За заг. ред. О.О. Світличного. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. – 295 с
7. Асоціація міст України [Електронний ресурс] : Режим доступу: <http://www.auc.org.ua/kelmentsi>
8. І. В. Савченко. Кельменці // Енциклопедія історії України : у 10 т. / редкол.: В. А. Смолій (голова) та ін. ; Інститут історії України НАН України. — К. : Наук. думка, 2007. — Т. 4 : Ка — Ком. — С. 170. — 528 с.
9. KarpatyInfo [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://www.karpaty.info/ua/uk/ch/sr/kelmentsi>
10. Територіальні громади Чернівецької області [Електронний ресурс] : Режим доступу : <http://gromady.cv.ua/kl/passport>
11. Статистичний збірник «Чисельність наявного населення України» на 1 січня 2017 року © Державна служба статистики України, 2011.
12. Кельменецька районна рада [Електронний ресурс] : Режим доступу : <http://www.rr-kelm.cv.ua/home/district-passport>
13. Соколов Ю. М., Фомін С. К. Басейн. Енциклопедія сучасної України : у 30 т ред. кол. І. М. Дзюба [та ін.] ; НАН України, НТШ, Координаційне бюро енциклопедії сучасної України НАН України. К., 2003. Т. 2 : Б – Біо. 872 с.

14. Берлянт А. М. Картографирование : учебник для вузов. М., 2001. 336 с.

15. «Методика побудови гідрологічних картографічних моделей за даними дистанційного зондування Землі» С. М. Андреев, В. А. Жилін Національний аерокосмічний університет імені М. Є. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна, 2020

16. Шихов А. Н., Черепанова Е. С., Пономарчук А. И. Геоинформационные системы: применение ГИС-технологий при решении гидрологических задач: практикум. Пермь, ПГНИУ, 2014. 91 с.

17. An overview of the Hydrology [Електронний ресурс] : Режим доступу : <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/an-overview-of-the-hydrology-tools.htm>

18. An overview of the Hydrology [Електронний ресурс] : Режим доступу : <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/understanding-drainage-systems.htm>

19. An overview of the Hydrology [Електронний ресурс] : Режим доступу : <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/flow-direction.htm>

20. Tarboton, D. G., R. L. Bras, and I. Rodriguez–Iturbe. *Определение сети каналов по цифровым данным рельефа*. 1991 р. Гидрологические процессы №5: 81–100.

21. Mark, D. M. «Network Models in Geomorphology». *Modelling Geomorphological Systems*, ed. M. G. Anderson. Джон Уилиисыновья, 2002. 73–97.

22. Tarboton, D. G., R. L. Bras, and I. Rodriguez–Iturbe. 1991. On the Extraction of Channel Networks from Digital Elevation Data. *Гидрологические процессы* 5: 81–100.

23. Словник – довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2013. — С. 42.