

ДИСТАНЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОГРАФІЧНОЇ МЕРЕЖІ РІЧКИ УДИ

У статті показано використання дистанційних методів для визначення ідентифікації, морфометричних та топологічних характеристик річки Уди. Отримані результати для річок і постів були зіставлені з даними топографічних карт і довідкової літератури. Встановлено не значне відхилення, яке складає $\pm 2.28\%$. Таким чином, показана можливість використання дистанційних методів досліджень для визначення морфометричних і топологічних характеристик гідрографічної мережі річок.

Ключові слова: космічні знімки, дистанційні методи, структурні топологічні та морфометричні характеристики.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Басейн річки Уди, правої притоки р. Сіверський Донець, розташований на південно-західних відрогах Середньоруської височини у межах вододілу Дніпро – Дон. Річки у басейні р. Уди відіграють дуже важливе значення в економіці Харківської області. Стік цих водотоків використовують як джерела водопостачання населених пунктів, виробництва електроенергії, а також у рибному господарстві. Всього територія басейну налічує 390 елементів гідрографічної мережі.

За 2004 р. забір води склав 96,01 млн. м³, що на 5,23 млн. м³ більше, ніж в 2003 р. З цього об'єму забір з поверхневих джерел склав 72,10 млн. м³, з підземних джерел – 23,91 млн. м³. Використання води в 2004 р. було 93,24 млн. м³. Основний напрямок використання – це на виробничі потреби, на які пішло 80,28 млн. м³ (86,1 %). На господарсько-питне водопостачання було використано – 12,27 млн. м³ (13,1%), на сільськогосподарське водопостачання – 0,62 млн. м³ (0,66%), на зрошення сільськогосподарських земель – 0,07 млн. м³ (0,07%) [4].

Водночас існує досить гостра проблема водопостачання населених пунктів та підприємств, яку можна вирішити тільки комплексним вивченням ситуації, що склалася. Це завдання полягає насамперед у вивченні гідрографічної мережі та дослідженні морфометричних та топологічних характеристик річок.

На сьогоднішній день найбільш поширеними джерелами географічної інформації є космічні знімки земної поверхні. У науковій літературі можна зустріти інформацію про вивчення, за допомогою дистанційних методів досліджень ландшафтів, посівів сільськогосподарських культур, рівня забруднення певних ділянок планети, тощо. Проте недостатньо інформації щодо використання космічних методів при вивченні різних характеристик водотоків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження водних об'єктів за допомогою дистанційних методів, у радянській гідрологічній

школі почалось з тридцятих років ХХ століття. Серед перших публікацій - праці К.А.Козловського, Д.Н.Никифорова [5,9]. Більш поглиблено дистанційним дослідженням річок та озер займалися у різні роки спеціалісти Державного гідрологічного інституту (м. Сан-Петербург) у лабораторії дистанційних методів та геоінформаційних систем: В.В.Купріянов, В.Г.Прокачева, Д.В.Снищенко, В.Ф.Усачов [6, 13, 16].

Морфометричні дослідження річок басейну Сів. Донця проводяться з середини ХVІІІ століття [15]. Першим науковим твором, присвяченим річці Сіверський Донець, може вважатися монографія Ю.І.Морозова [8]. На початку ХХ ст. вчених цікавила можливість використання річки як суднохідного шляху [10].

Наступним значним поступом у вивченні річки є праці радянських дослідників. Під керівництвом А.В.Огієвського в інституті гідрології і гідротехніки АН УРСР І.І.Дроздом [7] була виконана робота по складанню списку річок України та розрахунків їх морфометричних показників. Ретельний опис кожного водотоку басейну Сів. Донця, виконано у академії наук УРСР у 1955 р. під керівництвом М.С.Каганера [14]. В УкрНДГМІ у 1967 р. виконано фундаментальне дослідження водних ресурсів східної частини України [12]. Вивченням гідрографії річок Харківської області займався також М.А.Демченко [2].

Вагомий внесок у такого роду дослідження внесли вчені В.І.Вишневіський, О.О.Косовець, М.М.Паламарчук, Н.Б.Закорчевна [1,11].

Мета роботи. За допомогою дистанційних методів досліджень визначити структуру гідрографічної мережі та розрахувати морфометричні і топологічні характеристики річок басейну р. Уди. Порівняти отримані значення з топографічною картою і довідниковими даними.

Виклад основного матеріалу. В останнє десятиліття активно стали використовуватися для вивчення земної поверхні найрізноманітніші способи отримання зображення місцевості, у тому числі телевізійні, радіолокаційні, ла-

зерні та інші. Але серед цих методів найбільшим поширенням користуються фотографічні, а серед останніх – космознімки, які нині визнаються найбільш універсальними, завдяки своїй високій інформативності, наочності, геометричній точності. Крім того, для повітряних зйомок як найкраще розроблена теорія та практичні прийоми отримання якісної і кількісної інформації з космознімків і методика створення карт. Тому в географічних дослідженнях використовують космічними знімками, що мають свої цінні якості. Наприклад велика оглядовість і регулярна періодичність зйомок.

В роботі для визначення структурних, морфометричних та топологічних характеристик гідрографічної мережі р. Уди використовувався комп'ютерна Інтернет програма "Google Earth" версії 6.2.2.6613. "Google Планета" – проект компанії "Google", у рамках якого у мережі Інтернет розміщені супутникові знімки усієї земної поверхні. Фотографії деяких регіонів мають високе розрішення. Ця програма починаючи з 2005 року є загальнодоступною [18].

"Google Планета" використовує як основу космічні знімки, отримані супутниками Landsat, які є учасником міжнародного проекту "Глобальна зйомка Землі 2010" (Global Land Survey 2010, GLS-2010) по створенню суцільного покриття супутниковими знімками Землі [3]. Супутник дистанційного зондування Землі Landsat 7 – останній із запущених у рамках програми Landsat, виведений на орбіту в 1999 році. Основним завданням роботи супутника є

оновлення глобального архіву супутникових фотографій нашої планети. Хоча програма Landsat управляється NASA, данні зйомок обробляються і поширюються Геологічною службою США [18].

У цілому, програма Landsat є найбільш тривалою і однією з найбільш успішних серед програм космічної зйомки Землі. Незважаючи на появу нових апаратів і датчиків, супутники Landsat залишаються неперевершеними у своєму класі за поєднанням основних параметрів. З 2009 року весь архів знімків супутників серії Landsat переведений в режим безкоштовного он-лайн доступу. У свою чергу космічна інформація в рамках проекту GLS-2010 з мінімальною затримкою в часі після зйомки також надаватиметься безкоштовно [3].

"Google Earth" автоматично подає з Інтернету необхідні користувачеві космічні знімки та інші дані, зберігає їх у пам'яті комп'ютера на жорсткому диску. Для візуалізації зображення використовується тривимірна модель усієї земної кулі з урахуванням висоти над рівнем моря. Користувач може легко переміщуватися в будь-яку точку планети, управляючи положенням "віртуальної камери".

Практично уся поверхня суші покрита зображеннями, отриманими від компанії Digital Globe, які мають розрішення 15 м на піксель. Є окремі ділянки поверхні (як правило, це столиці і деякі великі міста більшості країн світу), що мають детальніше розрішення. Наприклад, Москва знята з розрішенням 0,6 м/пк, а багато міст США – с розрішення 0,15 м/пк [18].

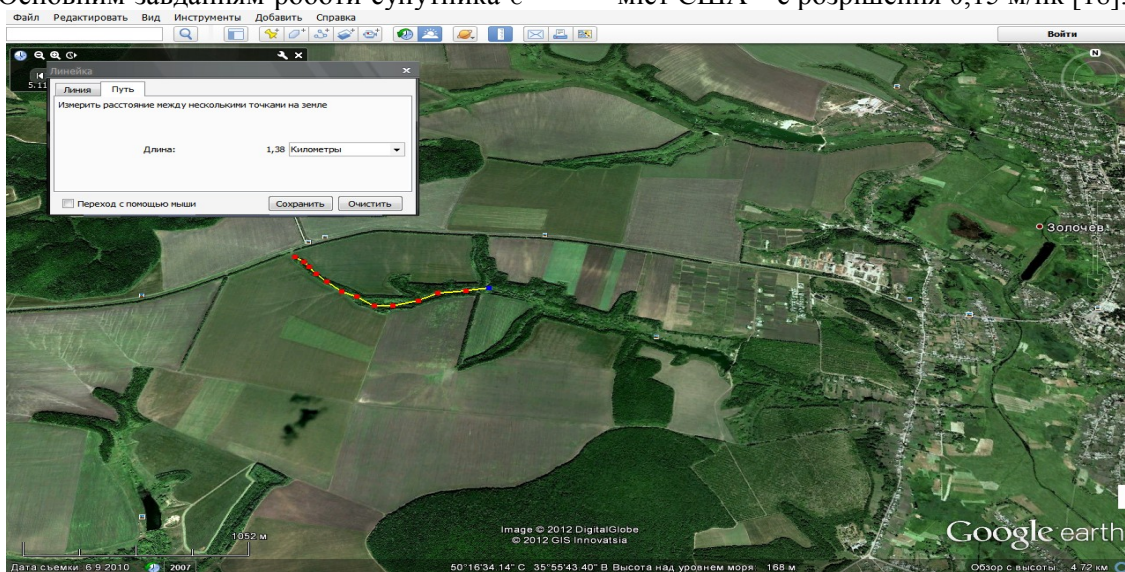


Рис. 1. Вимір довжини водотоку за допомогою комп'ютерної програми Google Earth

Використовуючи програму "Google Earth" ми скористалися у своїй роботі космічними знімками, території басейну річки за різні часові

проміжки, станом з 27.05.2000 р. по 21.05.2012 р. [18]. Робоче вікно програми (рис. 1) має цілком зрозумілий для недосвідченого користува-

ча інтерфейс, а тому не викликає великих труднощів у використанні.

Річка Уда бере початок в одній із балок біля с. Безсонівка Октябрського району Белгородської області (Російська Федерація) на висоті 190 м над рівнем моря. На територію Харківської області річка входить біля села Окоп і впадає в р. Сіверський Донець на 825 км від його витоку. Загальна довжина водотоку становить 164 км, з них в межах Харківської області – 127 км; площа водозбірного басейну – 3894 км², з них в Харківській області – 3460 км². Загальне падіння річки – 105 м, середній ухил річки – 0,64 ‰ [7,2].

Серед найбільших приток виділяють такі річки: Лопань (довжина L=96 км, площа водозбірного басейну F=2000 км²) з притокою Харків (L=78 км, F=1120 км²), Рогозянка (L=25 км, F=164 км²), Роганка (L= 31км, F=189 км²), Студенок (L= 15 км, F=80 км²) та інші [2,14,7].

Найбільш багатоводні річки басейну р. Уди беруть початок у Белгородській області Росії та течуть у південному напрямку. Вздовж р. Уди розташовані смт. Золочів, місто Харків, староруське Донецьке городище, с. Безлюдівка, с. Борова та інші населені пункти. Поверх-

ня території басейну водотоку є полого-хвилястою рівниною, розчленованою густою мережею балок і ярів. Внаслідок протікання річок через густозаселені райони області вони значно зрегульовані та забруднені.

Формування гідрографічної мережі та режим поверхневого стоку значною мірою залежать від геолого-геоморфологічних особливостей водозборів. Поверхня басейну річки впливає на названі характеристики як безпосередньо, обумовлюючи довжину, похил і форму схилів, падіння та морфометричні особливості річища тощо, так і через інші компоненти ландшафту, які тісно пов'язані з рельєфом (грунти та рослинність) [17].

Ідентифікацію водотоків проведено з використанням комп'ютерної Інтернет програми "Google Earth". Для цього вівся підрахунок чисельного значення порядку кожної річки по мірі їх злиття з основною річкою за схемою Хортон – Гарцмана [17]. Розрахунок морфометричних характеристик – сумарної довжини приток $\sum l$ певного порядку та розрахунок середньої довжини $l_{ср}$ приток кожного з порядків проводилися в кілометрах (табл. 1).

Таблиця 1

Розрахунок характеристик водотоків басейну р. Уди

Розрахунки за допомогою топографічних карт					
Характеристика	Порядок водотоку				
	I	II	III	IV	V
Сумарна кількість приток	301	71	14	3	1
$\sum l$ (км)	461,7	244,9	116,2	146,9	55,0
$l_{ср}$ (км)	1,5	3,5	8,3	48,9	55,0
Розрахунки за допомогою космічних знімків					
Сумарна кількість приток	301	71	14	3	1
$\sum l$ (км)	411,5	218,5	99,0	133,9	48,6
$l_{ср}$ (км)	1,4	3,0	7,1	44,6	48,6

Для перевірки отриманих даних виконані розрахунки цих характеристик, за допомогою топографічної карти М 1:100 000, складеної за матеріалами знімання 1929-56 рр. та оновленої у 1986-98 рр. Аналіз узагальнених даних свідчать про те, що кількість приток першого порядку становить 301, сумарна довжина яких 461,7 км; кількість водотоків другого порядку становить 71 сумарною довжиною 244,9 км; кількість приток третього порядку дорівнює 14 з довжиною 116,2 км; кількість водотоків четвертого порядку складає 3 довжиною 146,9 км; кількість приток п'ятого порядку – 1, довжиною 55 км (табл. 1).

Сумарна кількість приток усіх порядків не зазнала змін. Проте змінилась їх довжина, у порівнянні з даними топографічної карти.

Скороти-лися показники сумарної довжини $\sum l$ усіх по-рядків. Для приток першого порядку вона становить 411,5 км, для другого – 218,5 км, для третього – 99 км, для четвертого – 133,9 км, для п'ятого – 48,6 км. Порівняно з топографічною картою скоротився показник середньої довжини $l_{ср}$, оскільки він перебуває у прямій залежності від попереднього показника.

На основі отриманих даних був виконаний розрахунок топологічних характеристик – коефіцієнтів біфуркації σ та довжин λ річок [14], які дорівнюють 4,24 та 2,93 за картою і 2,97 – за космічними знімками.

У різні часи в басейні річки функціонували декілька гідрологічних постів (рис. 2), частина з яких діє до сьогодні (табл. 2) [12].

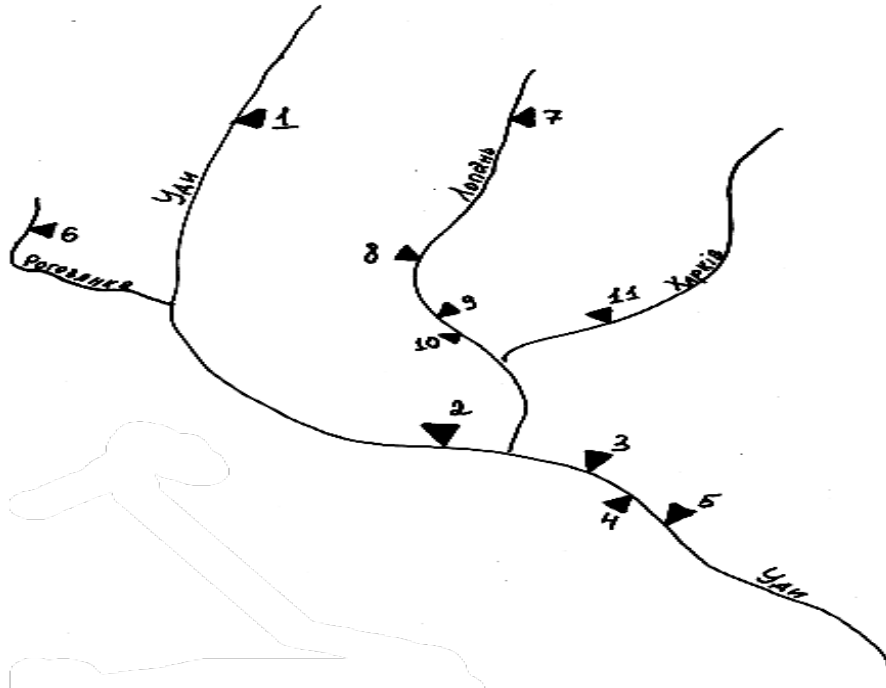


Рис. 2. Розташування гідрологічних постів в басейні р. Уди

Таблиця 2

Розподіл пунктів спостереження за відстанню від гирла та площею водозборів

№ з/п	Річка	Пункт	Площа водозбору F, км ²	Відстань від витоку L, км	Відстань від витоку (космічні знімки) L, км
1	Уда	м. Золочів	395	47	51,4
2	"	ст. Нова Баварія	1030	107	108
3	"	ст. Жихор	3190	114	118
4	"	с. Бабаї	3230	115	120
5	"	с. Безлюдівка	3300	122	125
6	Рогозянка	с. Велика Рогозянка	52	11	11,4
7	Лопань	с. Козачья Лопань	189	31	30,6
8	"	с. Мала Данилівка	656	69	69,4
9	"	ст. Подгородня	762	76	75,2
10	"	м. Харків	810	81	82,5
11	Харків	с. Циркуни	890	51	53,2
12	"	с. Велика Данилівка	955	56	57,8
				σ, %=	2,28

Наступним кроком роботи стало розрахунок довжин річок гідрографічної мережі р. Уди за допомогою космічних знімків, до вод постів (табл. 2). Наведені дані (табл. 2) показують не значне збільшення довжини для постів. Для порівняння отриманих даних з довідниковими, розраховане середнє відхилення, яке змінюється від 0.58 до 9.36 відсотковому відношенні, середнє значення становить ± 2.28% (табл. 2).

Висновки:

1. Виконана ідентифікація гідрографічної мережі р.Уди по схемі Хортон – Гарцмана, за допомогою космічних знімків та

- топографічних карт, яка показала що річка має п'ятий рівень ієрархії;
- 2. Визначені чисельні значення двох топологічних показників досліджуваної річки – коефіцієнтів біфуркації та довжин за допомогою космічних знімків та топографічних карт;
- 3. Розраховані морфометричні характеристики – сумарні довжини $\sum l$ та середня довжина $l_{сеп}$ різних порядків для річки Уди за допомогою космічних знімків та топографічних карт;
- 4. Визначена довжина річок до водпостів за допомогою космічних знімків;

5. Кількість річок для всіх порядків не змінилась, в залежності від методики розрахунку, що дозволяє використання космічних знімків при встановленні структури водотоку. Порівнюючи розраховані в залежності від методів морфометричні та топологічні характеристики встановлено не значне відхилення, яке становить $\pm 2.28\%$. Таким чином, доведена можливість

використання дистанційних методів досліджень для вивчення гідрографічної мережі річки Уди.

Завдання подальших досліджень – за допомогою космічних знімків обчислення інших структурних, топологічних та морфометричних характеристик річки Сів. Донця. Удосконалення методики дистанційних досліджень для знаходження структурних, морфометричних та топологічних характеристик річок.

Література:

1. Вишневский В.И. Гидрологические характеристики речок України / В.И.Вишневский, О.О.Косовець. – Київ; Вид-во. "Ніка-Центр", 2003 – 324с.
2. Демченко М. А. Гидрография Харьковской области / М.А.Демченко // Материалы Харьковского отдела Географического общества Украины. Выпуск VIII. Харьковская область. Природа и хозяйство. Изд. ХГУ, – Харьков 1971, – С. 51-66.
3. Инженерно-технологический центр "СКАНЭКС". – Новости компании – Российский вклад в международный проект "Глобальная съемка Земли 2010" // http://www.scanex.ru/ru/news/News_Preview.asp
4. Комплексні експедиційні дослідження екологічного стану водних об'єктів басейну р. Уди (суббасейну р. Сіверський Донець) / Під ред. Васенко О.Г. / Васенко О.Г., Лунгу М.Л., Льєвська Ю.А., Клімов О.В., та ін. –Х.: Вид-во "Райдер", 2006. – 156 с.
5. Козловский К.А. Пути использования авиации для географо-гидрологических исследований / К.А.Козловский, А.В.Шнитников // Тр. ГГИ. – 1931. – Вып. 35. – С. 40-69.
6. Куприянов В.В. Спутниковая информация и изучение вод суши / В.В.Куприянов, В.Г.Прокачева // Тр. ГГИ. – 1976. – Вып. 238. – С. 176.
7. Материалы по типизации рек Украинской ССР. – Т.2 / Под ред. Н.И. Дрозда. – К.: Изд-во АН УССР, 1953. – 348 с.
8. Морозов Ю. И. Гидрографический очерк Северного Донца / Ю.И.Морозов. – Харьков: Ун. типография, 1874. – 51 с.
9. Никифоров Д.И. Аэросъемка как метод гидрологических исследований / Д.И.Никифоров // Тр. ГГИ. – 1934. – Вып. 68. – С. 32-37.
10. Пузыревский Н. П. Изыскания на р. Сев. Донце в 1903 и 1904 гг. и проект устройства водного пути от Харькова и Белгорода до впадения р. Донца / Н.П.Пузыревский. – Санкт-Петербург, 1910 – 123 с.
11. Паламарчук М.М. Водний фонд України / М.М.Паламарчук, Н.Б.Закорчевна / Довідковий посібник. – К: Вид-во. "Ніка-Центр": 2006. – 320 с.
12. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Т.6: Украина и Молдавия. – Вып. 3. – Бассейн Северского Донца и рек Приазовья – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 492 с.
13. Сниценко Д.В. Опыт использования материалов аэрофотосъемки для оценки руслового процесса рек трассы БАМ / Д.В.Сниценко // Тр. ГГИ. – 1980. – Вып. 276 – С. 100-108.
14. Справочник по водным ресурсам СССР. – Т. VIII Украинская ССР. – часть 2 /Под. ред. М.С. Каганера – К.: Изд. АН УССР, 1955 – 658 с.
15. Топографическое описание Харьковского наместничества – М.: Изд. Компании Топографической, 1788. – 171 с.
16. Усачёв В.Ф. Применение спутниковых данных для гидрологических целей / В.Ф.Усачёв, В.Г.Прокачёва // Доклады VI Всероссийского гидрологического съезда. Секция 1. Состояние и перспективы развития систем гидрологических наблюдений и информационное обеспечение потребителей. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – С. 184-188.
17. Хортон Р.Е. Эрозийное развитие рек и водосборных бассейнов / Р.Е.Хортон. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1948. – 156 с.
18. Google Earth – Знакомство, Обучение. // <http://www.google.com/intl/ru/earth/learn>

Резюме:

Александр Бирюков. ДИСТАНЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ РЕКИ УДЫ.

В статье показано использование дистанционных методов для определения идентификации, морфометрических и топологических характеристик реки Уды. Полученные результаты для рек и постов были сопоставлены с данными топографических карт и справочной литературы. Установлено не значительное отклонение, которое составляет $\pm 2.28\%$. Таким образом, показана возможность использования дистанционных методов исследований для определения морфометрических и топологических характеристик гидрографической сети рек.

Ключевые слова: космические снимки, дистанционные методы, структурные топологические и морфометрические характеристики.

Summary:

Aleksandr Birukov. REMOTE RESEARCH HYDROGRAPHIC NETWORK UDA RIVER.

Basin of the Uda River, right tributary of the Seversky Donets River, located in the south-western spurs of Central-Russian upland within the watershed Dnipro – Don. Rivers in the valley of the Uda play a very important role in

economy the Kharkiv region. Runoff these waterways used as sources of water supply, electricity, as well as fisheries. Total basin area has 390 element hydrographic network.

Using a computer Internet program "Google Earth", originally performed identification watercourses. This calculation was carried out numerical values of the order of each river as they merge with the main river in the circuit Horton – Hartsman. Further calculations performed morphometric characteristics – total length tributaries Σl particular order and average length l_{ser} tributaries each order. With these data was performed by calculation of topological characteristics – bifurcation coefficients σ and λ lengths of rivers, which are equal to 4.24 and 2.93 and 2.97 for the card – with satellite images.

The next step was the calculation of the length of rivers hydrographic network, the Uda using satellite imagery to water fasts. Number of rivers for all orders did not change, depending on the method of calculation, which allows the use of satellite imagery in determining the structure of the watercourse. Comparing calculated according to the methods of morphometric and topological characteristics found no significant deviation of $\pm 2.28\%$. Thus proven ability to use remote research methods to study the drainage network of the river Udy.

Keywords: cosmic rays, remote methods, topological structure and morphometric characteristics.

Рецензент: проф. Свинко Й.М.

Надійшла 28.10.2012р.
