

Еколого-географічне дослідження малих річок: методичний і дидактичний аспекти (на прикладі р. Сивка, притоки Дністра)

Марія М. Лаврук, Олександра Ф. Лесів

Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна

Ecological and geographic study of small rivers: methodological and didactic aspects (case study of the Syvka River, tributary of the Dniester River)

Maria M. Lavruk, Oleksandra F. Lesiv

Ivan Franko National University of Lviv, 41, Doroshenko st., Lviv, 79000, Ukraine

ABSTRACT

The optimization of small rivers and their water intake requires the popularization of the application of a scientific approach to their study in the framework of regional studies, as well as the formation among the population the culture of the use of diverse resources of small rivers. The subject of the study is the ecological and geographical problems of a small river basin (case study of the Syvka River, tributary of the Dniester River) and the educational and methodological aspects of studying the local river in school geography. The aim of the paper is to: a) study the dynamics of the river network of the Syvka River basin during the period 1925-2008; b) explore modern anthropogenic pressure on the territory of the basin and water quality; c) develop methodology of project studies of the river basin in school geography. The density of the river network was calculated based on the historical and modern maps and the cartography of the density of the river network of the Syvka basin was compiled as in 1925-1927 and in 2008. During the investigated period, the density of the Syvka river basin tends to increase (the maximum increase $+1.5 \text{ km/km}^2$) in the lower part of the river, which is associated with the laying of canals in the middle of the twentieth century. At the same time, the upper part of the river basin, which falls on the Zalysk and, partly, on the Voynilovskaya hill, is characterized by a decrease in the density of the river network, which is connected to the disappearance of small streams. The maximum diminution of the density of the grid (-1.3 km/km^2) is characteristic for the basin area near the town Dolyna due to the densification of the settlement of the floodplain of the river. The anthropogenic load on the Syvka basin, was calculated on the basis of land use patterns, and does not pose a threat to the functioning of the river, however, 46% of the basin territories are occupied with ecologically unstable landscapes, whereas the remaining territories are relatively stable. The ecological assessment of the surface water quality allows to categorize the water of the Syvka River to the 3rd grade out of 5, and according to these categories, it is "average" water, and for the degree of purity – "moderately polluted". The topic raised in the research allows to realize the competence approach in studying geography, in particular, such content lines in the modern school geography as "Ecological safety and sustainable development", "Health and safety". The research can be used as an algorithm for a school local environmental project, the main purpose of which is the students' independent awareness of the natural sciences problems that have a vital meaning for them, the assessment of the state of the environment of the basin of the local river, and the provision of measures for its optimization.

KEYWORDS

Dynamics of the river system, regional research project, Syvka River basin

1. Вступ

Дослідження проблем малих річок пов'язано з усвідомленням ролі малих водних об'єктів у забезпеченні функціонування середніх і великих річок, які завжди відігравали важливу роль у життєдіяльності людей. За роки незалежності з карти України зникло понад 10 тис. малих річок, або в середньому по 400 за рік (Asotsiatsiya yubalok Ukrainy, 2017). Оптимізація стану малих річок та їхніх водозаборів вимагає популяризації застосування наукового підходу до їх вивчення у т.ч. в рамках краєзнавчих досліджень, а також формування у населення культури використання різноманітних ресурсів малих річок. У цьому сенсі співпадають науково-практичні та навчально-виховні завдання щодо захисту водних ресурсів України від виснаження.

Мета статті полягає у дослідженні динаміки гідромережі басейну р. Сивка за майже столітній

період; з'ясуванні сучасного антропогенного навантаження на територію басейну та стану якості водних ресурсів; розробленні методики проектних досліджень річкового басейну в шкільній географії у контексті компетентнісного навчання.

Басейн річки Сивка – правій притоки Дністра, знаходиться в межах Долинського, Рожнятівського, Калуського та частково Галицького районів Івано-Франківської області. Площа басейну Сивки складає 595 km^2 , довжина – 79 км (Herenchuk, 1973). За довжиною Сивка належить до малих річок.

Річка Сивка належить до басейну Чорного моря. Вона бере початок на південь від міста Долина. Від витoku р. Сивка тече на сх. та пн.-сх. в межах Болохівської частини Калуської улоговини, а між селами Сивка-Войнилівська і Мошківці впадає у Дністер.

Долина річки у верхній течії V-подібна, нижче – трапецієподібна, терасована. Заплава двостороння, завширшки 200–300 м. Річище

звивисте, має багато стариць. Похил річки становить 3,8 м/км (Herenchuk, 1968). Річка поповнюється водами переважно лівих приток. Найбільшими її притоками є р. Болохівка (56 км) і р. Кропивник (26 км).

У долині р. Сивки розташовані м. Долина, смт Брошнів-Осада, м. Калуш, смт Войнилів та чимало сіл, які ускладнюють її екологічний стан. Для запобігання затоплень м. Калуша повеневидами водами Сивки в 30-х рр. ХХ ст. був прокладений шестикілометровий обвідний канал, а в межах міста залишилось старорічище, по якому протікає маловодний потічок. Екологічною особливістю р. Сивка є її близьке протікання біля Домбровського кар'єру, у якому видобувались калійні солі, що зумовлює високу мінералізацію вод річки (перевищення ГДК складає 1,5–2 рази). Просочення води р. Сивки у кар'єр створює ризик підняття рівня води у затопленому кар'єрі та потрапляння розсолів калійних солей у більші річки – Лімницю та Дністер.

На характер течії р. Сивки та якість її вод мають певний вплив геоморфологічні умови її функціонування. Басейн річки належить до трьох геоморфологічних районів Пригірського Передкарпаття (Kravchuk, 1999): Заліської височини (ліва частина басейну), частково Войнилівської височини (права частина басейну) і Калуської улоговини. Середня і нижня частини басейну, яка найбільш заселена і промислово освоєна, розміщена в межах Болохівського підрайону Калуської улоговини, для якого характерне значне поширення вирівняних поверхонь низьких терас. У цій частині басейну переважають акумулятивні процеси, які не сприяють природному очищенню вод річки.

Розміщення басейну річки у зоні помірно континентального клімату, що характеризується достатнім зволоженням (700–800 мм), нежарким літом, м'якою зимою і теплою осінню, має вплив на характер її живлення. Максимум опадів припадає на липень, а зимові місяці (грудень–лютий) є найбіднішим на опади сезоном, з яким пов'язана межень Сивки та її допливів. Підняття рівня води в річці найчастіше пов'язане із проходженням літніх зливових дощів, що спричиняють утворення паводків. Паводковий режим річок обумовлює високу небезпеку затоплення значної території басейну. Зливи, що пройшли влітку 2008 та 2010 рр. в Карпатському регіоні України, завдали великих збитків та стали причиною активізації геоморфологічних процесів на території басейну.

При піднятті рівня води в річці Сивка в зону часткового затоплення потрапляють такі населені пункти: с. Довпотів, с. Голинь, с. Копанки, с. Мошківці, с. Середнє, а також житловий масив Хотінь (м. Калуш); паводок на р. Болохівка затоплює територію сіл Верхня, Завадка, Болохів, Негівці, Гуменів, Томашівці; на р. Кропивник – села

Кадобна.

2. Матеріали та методи

Гідрологічні особливості, водокористування і господарська діяльність у басейні р. Сивка з'ясовані за відповідними літературними джерелами та фондовими матеріалами Держводагенства України, Дністровського басейнового управління водних ресурсів, Управління екології та природних ресурсів в Івано-Франківській області, Івано-Франківського обласного управління лісового господарства. Також проведені власні спостереження за станом навколишнього середовища в межах басейну.

Для дослідження зміни гідромережі басейну річки Сивка упродовж ХІХ–ХХ ст. застосовано методику, розроблену І. Ковальчуком (Kovalchuk, 1997). Дана методика базується на виявленні багатолітніх тенденцій змін параметрів структури річкових систем та їх екологічного стану, встановлення причин і кількісних показників трансформації річкових систем та погіршення якості природного середовища басейнів рік.

Картометричні дослідження гідромережі басейну р. Сивки здійснено з використанням таких картографічних матеріалів: Польської військової карти (Polska mapa wojskowa, 1925–1927) масштабу 1:100000; топографічної карти Генерального штабу Радянської армії (Топографічна карта..., 1985) масштабу 1:100000; Топографічної військової мапи всієї України (Топографічна військова мапа..., 2008) масштабу 1:100000. Дослідження проведено в масштабі 1:100000.


Густота річкової сітки басейну Сивки розрахована за відповідними топокартами станом на 1925–1927 рр. і на 2008 р. Для цього проводилось вимірювання довжини водотоків у різні часові періоди за допомогою курвиметра. Вимірювання довжини кожного з водотоків проводилось тричі та обчислювалось їхнє середнє значення у межах кожного квадрату координатної сітки. За основу обрано квадрати координатної сітки топокарти 2008 р., кожному з яких присвоєно власний порядковий номер. Обчислення густоти гідромережі здійснено за формулою:

$$\rho = L / 4,$$

де L – довжина гідромережі в межах квадрату координатної сітки, 4 (км²) – площа квадрату координатної сітки на топокарті масштабу 1:100000.

Отриманий показник вписано в кожний квадрат відповідної топокарти.

Для створення картограми густоти гідромережі басейну р. Сивка було використано графічний додаток CorelDRAWx7. Щоб розпочати роботу в додатку необхідно створити файл, в якому будемо працювати з картою. Для цього вибираємо *Файл* Створити*; використовуємо комбінацію клавіш

Ctrl+N; або тиснемо на першу піктограму . З'являється вікно *Створити документ*. У ньому вводимо ім'я файлу і заповнюємо інші поля. Тиснемо *OK*. Зберігаємо файл у потрібну папку *Файл* Зберегти як*. Далі потрібно підібрати карту, за допомогою якої створюється *Матриця* (основа карти). Краще використати растрову карту хорошої якості. Її можна завантажити з Інтернету чи самостійно сканувати з атласу чи інших джерел.




Матриця – це основа карти. Вона може бути повною і неповною. Повна матриця включає: градусну сітку, межі, гідрографію, основні населені пункти. Неповна – характеризується відсутністю одного чи кількох компонентів (наприклад, градусної сітки). Наявність повної матриці має свої переваги при створенні серії карт: непотрібно заново наносити основні її компоненти; можна створювати безліч карт з невеликими затратами часу; можна легко переносити необхідні об'єкти з однієї карти на іншу.

Ми використали матрицю двох видів – в першому випадку за основу матриці взята Польська військова карта (Polska mapa wojskowa, 1925–1927) масштабу 1:100000; для створення картограми густоти басейну Сивки у 2008 р. використано топографічну військову карту України 2008 р. масштабу 1:100000. У першому варіанті, ми отримали неповну основу (відсутня градусна сітка), тому градусну сітку нанесли самостійно, зіставляючи розміри квадратів градусної сітки обох карт.

Наступним етапом був імпорт растрової карти. У докері *Диспетчер об'єктів* (розміщений справа; якщо немає – вибираємо *Вікно* Вікна налаштувань* ставимо галочку біля *Диспетчер об'єктів*) перейменовуємо *Шар 1* на *Растрова карта*. Для імпорту растрової карти – *Файл* Імпорт*. Вибираємо потрібний файл – Польська військова карта або Топографічна карта України, яку підготували напередодні. Тиснемо *Імпорт*. На екрані з'являється курсор у вигляді кутника, який

демонструє, де знаходиться верхній лівий кінець карти. Тиснемо ліву клавішу миші і таким чином вставляємо растрову карту. Тепер збільшуємо її до розміру аркуша паперу формату А4. Для цього зображення потрібно розтягнути.

Етап створення шарів передбачає роботу з докером *Диспетчер об'єктів*. У ньому вибираємо у правому верхньому куті невелику кнопку *Параметри диспетчера об'єктів* Створити шар*. Вводимо його назву – *Басейн*. Так само створюємо шари: *“Річки”, “Квадрати градусної сітки”, “Величина густоти гідромережі”, “Густота гідромережі”, “Населені пункти”, “Легенда”* (рис. 1а.). Їх послідовність пізніше можна буде змінити.

Блокуємо шари, які ми не використовуємо. Для цього треба натиснути на піктограму олівець , яка розміщена перед назвою шару. Також ми можемо зробити шари невидимими  та вимкнути видимість при експорті та друці .

Етап *“Нанесення меж басейну”*, а також нанесення на карту річок передбачає створення лінійних об'єктів. Для виконання цієї операції у програмі CorelDRAW є ціла низка необхідних інструментів. Серед них: *Вільна форма*, *Пряма через 2 точки*, *Крива Безьє*, *Перо*, *В-сплайн*, *Ломана лінія*, *Крива через 3 точки*. Необхідний

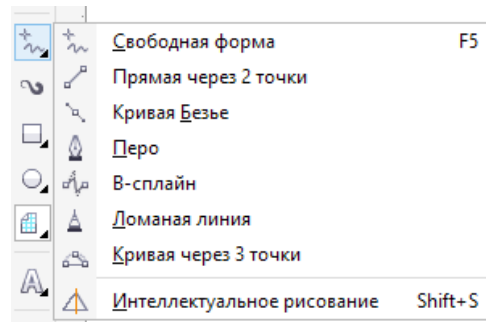


Рис. 1б. Інструменти для нанесення лінійних об'єктів.
Fig. 1b. Tools for linear objects.

інструмент можна вибрати на панелі інструментів, яка розміщена зліва. Для цього потрібно натиснути на маленький трикутник у правому нижньому куті піктограми *Вільна форма* (рис. 1б.)

Ми вибрали форму *Крива через 3 точки*, за допомогою якого і будемо наносити межі басейну, річки, а також квадрати градусної сітки. Почнемо з басейну річки. Тиснемо лівою клавішою миші, щоб позначити першу точку. Потім, утримуючи ліву клавішу вибираємо місце для другої точки і на ньому відпускаємо клавішу. Після цього наносимо третю точку так, щоб отримати криву, яка буде відповідати частині межі басейну. Повторюємо цю дію і надалі, поки не нанесемо всі необхідні межі. Але при цьому потрібно пам'ятати, що нам треба створити суцільну криву, яка б позначала межі басейну. Тому першу точку наступної частини межі річкового басейну потрібно ставити в місці завершення попередньої частини. Це місце – вузол

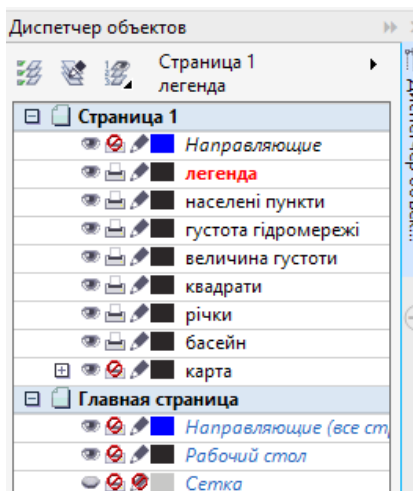


Рис. 1а. Диспетчер об'єктів.
Fig. 1a. Object Manager.

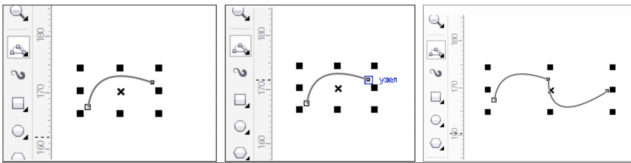


Рис. 1с. Робота з інструментом “Крива через 3 точки”.
Fig. 1c. Working with the tool “Curve through 3 points”.

(рис. 1в).

Для того щоб зафарбувати отримані квадрати градусної сітки було використано *Палітру RGB*, яка за умовчанням знаходиться справа від диспетчера об’єктів. Якщо її немає – треба зайти у *Вікно* → *Кольорові палітри* → *Палітра RGB за умовчанням*. Будь який об’єкт в CorelDRAW має контур та внутрішнє наповнення, колір яких можна легко змінити. Це характерно навіть для лінії, тільки, якщо лінія тонка, її контур зливається і внутрішнього наповнення не видно. Отже, коли об’єкт виділений, натисканням лівої кнопки на вибраному кольорі з палітри, ми заповнюємо (зафарбовуємо) його відповідним кольором. Натискання правої кнопки на кольорі – надаємо певний колір контуру.

Для картограми вибрана кольорова шкала умовних позначень (з кроком $0,5 \text{ км/км}^2$) і квадрати було зафарбовано від жовтого до червоного кольорів зі збільшенням величини показників.

Отримані дані дозволили простежити зміни густоти гідромережі у різних частинах досліджуваного басейну і на їхній основі на

завершальному етапі побудувати ізолінійні картосхеми сумарної зміни густоти річкової мережі, які відбулись під впливом антропогенних і природних факторів.

При створенні картосхеми сумарної зміни густоти гідромережі басейну р. Сивка по кожному з квадратів координатної сітки від значень густоти гідромережі 2008 р. віднімалися відповідні значення за 1925–1927 рр. Отримано додатні і від’ємні значення. Перші з них свідчать про зростання густоти гідромережі, а від’ємні – про її зменшення у межах відповідних квадратів. Ці значення присвоєно для геометричних центрів квадратів, між якими здійснено інтерполяцію через $0,4 \text{ км/км}^2$. Для зручності сприйняття зображення карти вибрано кольорову гамму від “теплих” кольорів (червоний, оранжевий, жовтий, зелений) до “холодних” (блакитний, синій, фіолетовий), щоб відобразити відповідно зростання і зменшення густоти гідромережі за досліджуваний період.

3.Результати

3.1. Динаміка гідромережі басейну р. Сивка у ХХ ст.

На Польській військовій карті (Polska mapa wojskowa, 1925–1927) гідромережа басейну р. Сивка має непорушений природний рисунок з густим розгалуженням у верхів’ях приток, найбільш помітним у північній і південно-західній частині басейну, яка припадає на Заліську

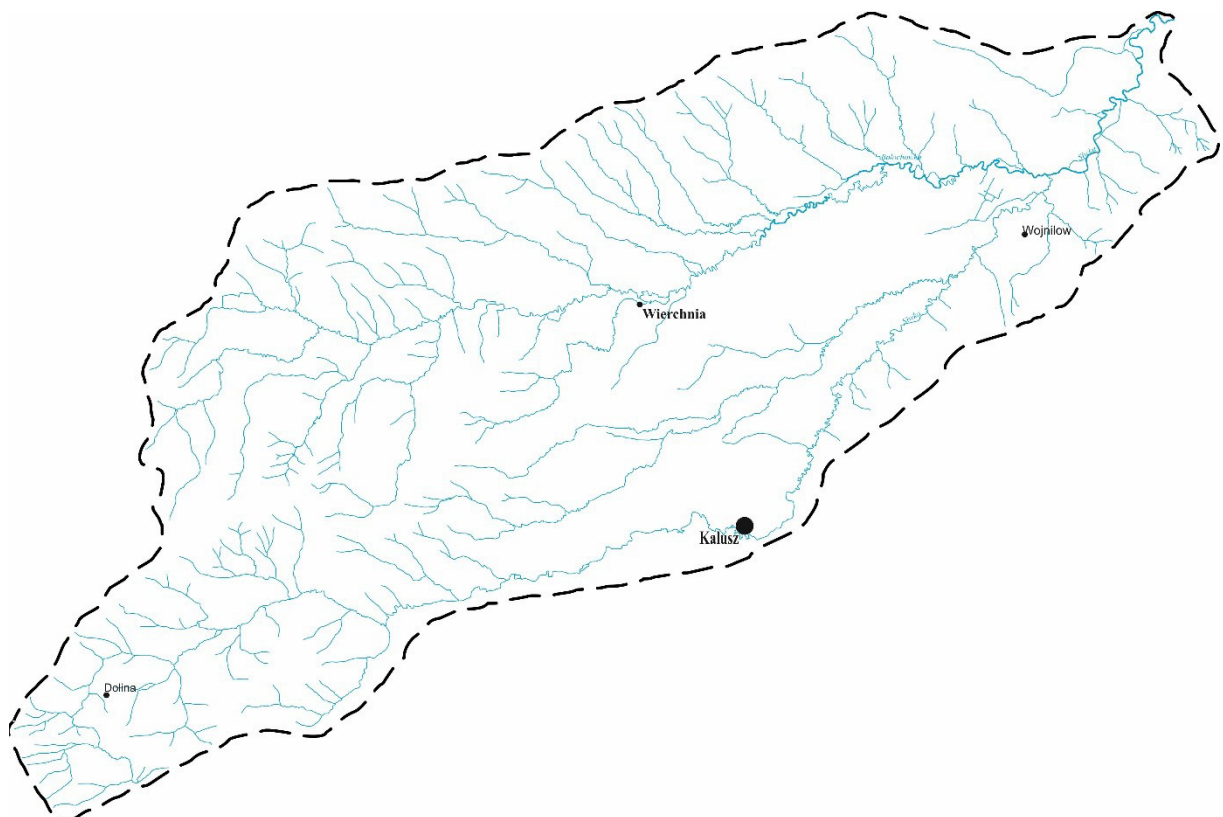


Рис. 2. Гідромережа басейну р. Сивка у 1925–1927 рр. (укладено за: Polska mapa wojskowa, 1925 –1927).
Fig. 2. The hydronetwork of the Syvka River Basin in 1925-1927 (based on: Polska mapa wojskowa, 1925 -1927).

височину (рис. 2).

Для цієї частини басейну характерні найвищі значення розрахованого показника густоти гідромережі – 1,5–2,0 км/км². Від верхів'я до заплави Сивки та її основних притоки – Кропивника і Болохівки значення показника густоти гідромережі переважно знижуються і найчастіше потрапляють в інтервал 0,51–1,0 км/км². Мінімальні значення густоти гідромережі характерні для днища Калуської улоговини (рис. 3).

Через 80 років (2008 р.), топографічна карта зафіксувала суттєві зміни рисунка гідромережі басейну р. Сивки, які спричинені головно господарською діяльністю на цій території (рис. 4).

На Заліській височині порідшала мережа малих водотоків, що пов'язано з вирубуванням тут корінних лісів, на території Калуської улоговини появилася сітка штучних каналів, які розширили гідромережу у східній (нижній) частині басейну.

Максимальні значення показника густоти водотоків у 2008 р. припадають на нижню частину басейну за рахунок каналів – 1,5–2,5 км/км², а у верхній частині басейну, біля витоків, густота мережі становить 0,01–0,5 км/км² (рис. 5).

Загалом, за понад 80-річний період, для басейну Сивки характерна тенденція збільшення густоти гідромережі (рис. 6). Максимальне збільшення – на 1,5 км/км² відбулось неподалік від населеного пункту Войнилів, що пов'язано з прокладанням тут перших каналів ще до середини ХХ ст. Збільшення густоти водотоків на 0,4–0,8 км/км² з аналогічної

причини характерне також і для лівої притоки Сивки – р. Болохівки поблизу населених пунктів Томашівці, Негівці, Гуменів, Верхня. Зросла густота гідромережі на 0,8 км/км² і на території міста Калуш через прокладання обвідного каналу.

Зменшення густоти річкової сітки у північній і західній частині басейну пов'язане безпосередньо з “відмиранням” малих потоків, переважно у верхів'ях, що припадають на Заліську і частково Войнилівську височини, а також, внаслідок ущільнення забудови заплави річки поблизу м. Долина, яке супроводжується спрямленням головного русла. Максимальний показник скорочення гідромережі в басейні р. Сивки становить (-1,3) км/км² і зафіксований на пн. сх. від м. Долини у межах сіл Кадобна і Голинь (рис. 6).

3.2. Антропогенне навантаження на басейн

Басейн р. Сивка зазнає різноманітного господарського впливу, зокрема – це значне водокористування, промислове навантаження, сільськогосподарське природокористування, що відображається на гідроекологічній ситуації досліджуваної території.

Оцінку антропогенного впливу на річково-басейнову систему Сивки здійснено на підставі комплексу показників, які відображають структуру землекористування досліджуваної території. (Metodychne kerivnytstvo..., 1992). Найбільш загальний з них – це показник антропогенного навантаження, який визначається середнім

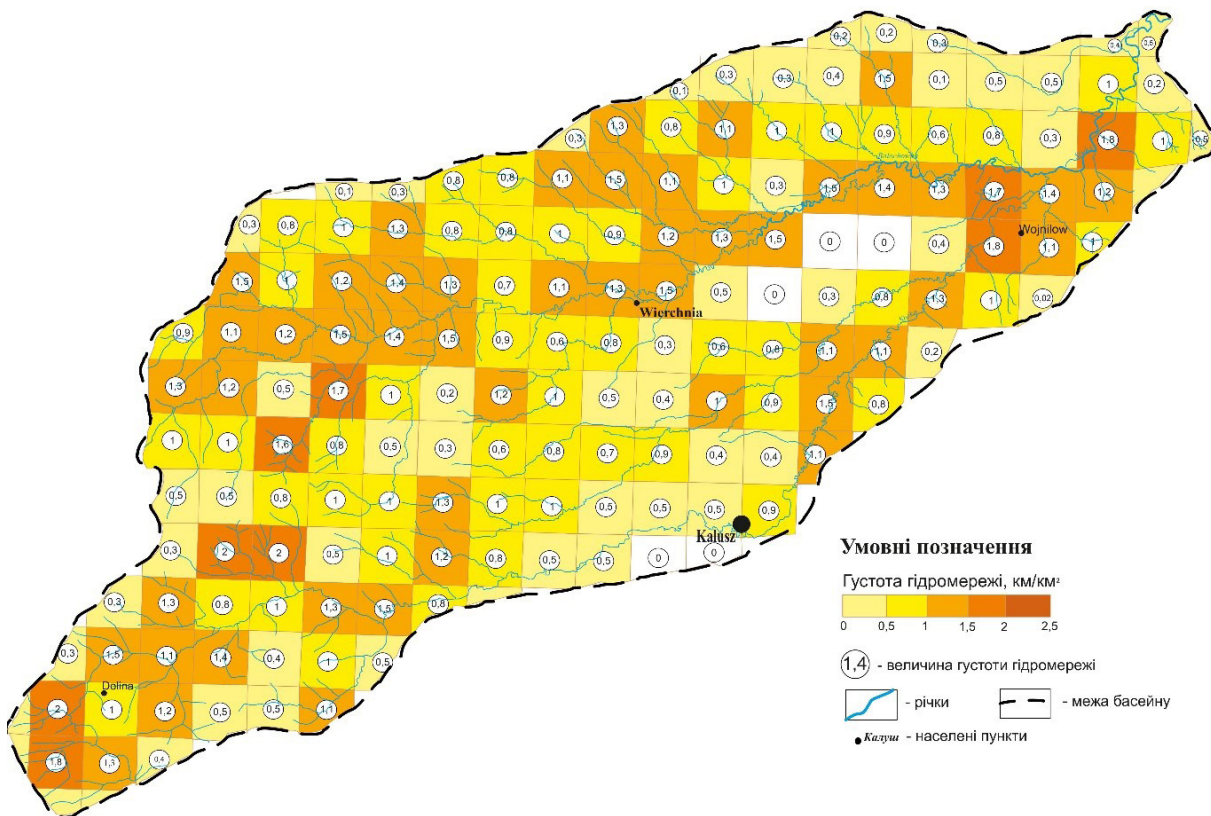


Рис. 3. Картограма густоти гідромережі басейну р. Сивка, 1925–1927 рр. (розраховано за: Polska mapa wojskowa, 1925 –1927).

Fig. 3. Cartogram of the hydronetwork density of the Syvka River Basin (calculations are based on: Polska mapa wojskowa, 1925 –1927).

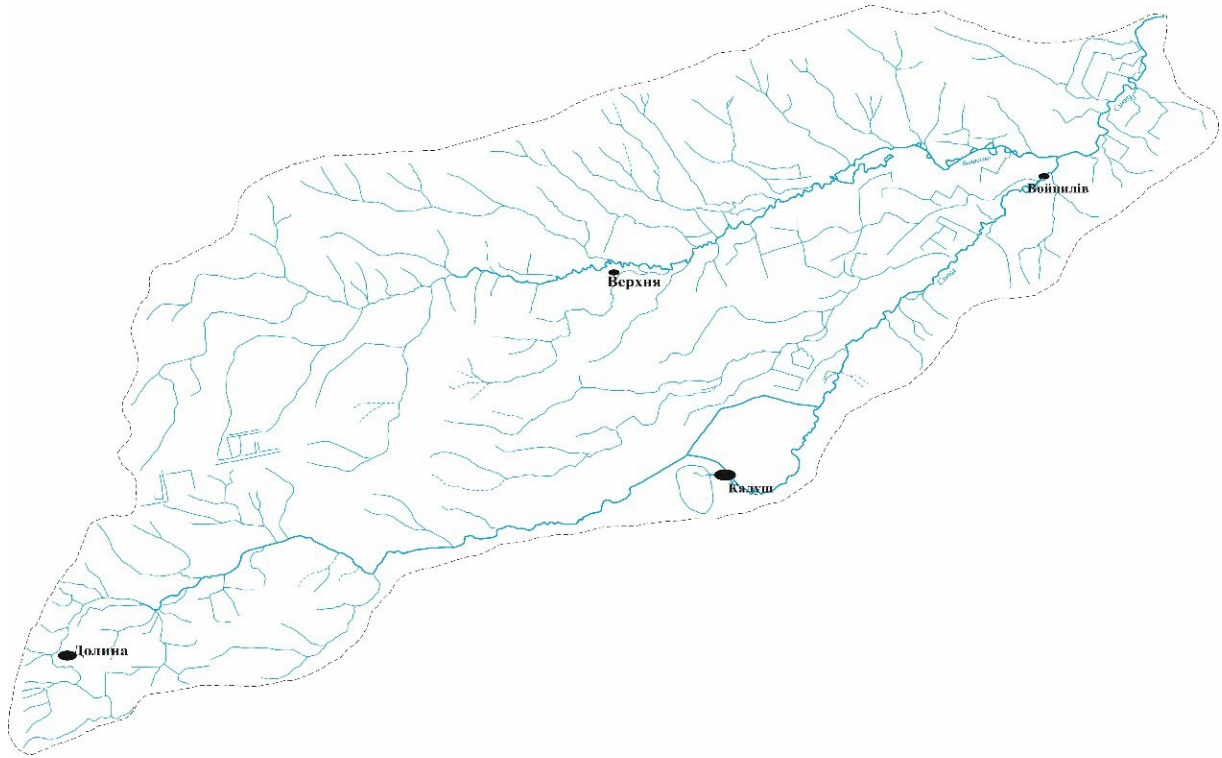


Рис. 4. Гідромережа басейну р. Сівка у 2008 р. (укладено за: Топографічна військава мапа ..., 2008).
Fig. 4. The hydronetwork of the Syvka River Basin in 2008 (based on: Topografichna viyskova mapa ..., 2008).

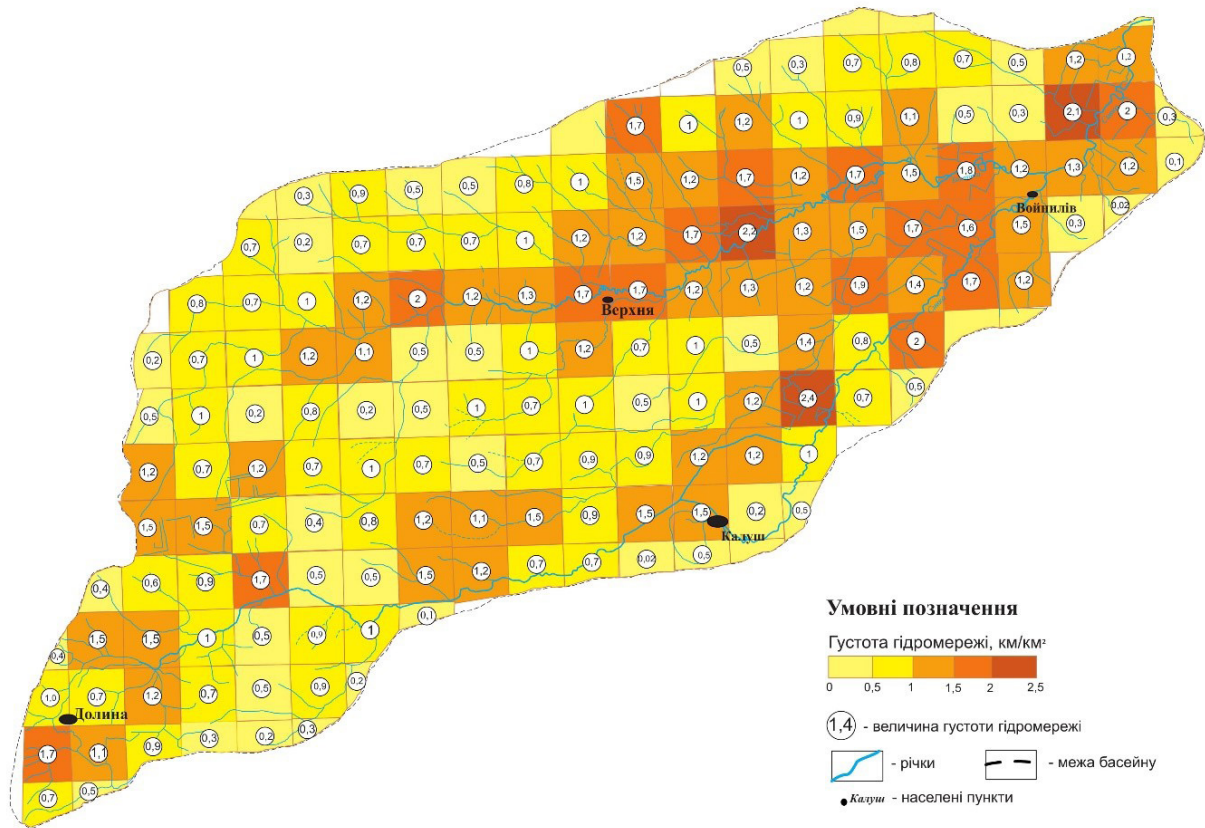


Рис. 5. Картограма густоти гідромережі басейну р. Сівка, 2008 р. (розраховано за: Топографічна військава мапа ..., 2008).
Fig. 5. Cartogram of the hydronetwork density in 2008 (calculations are based on: Topografichna viyskova mapa ..., 2008).

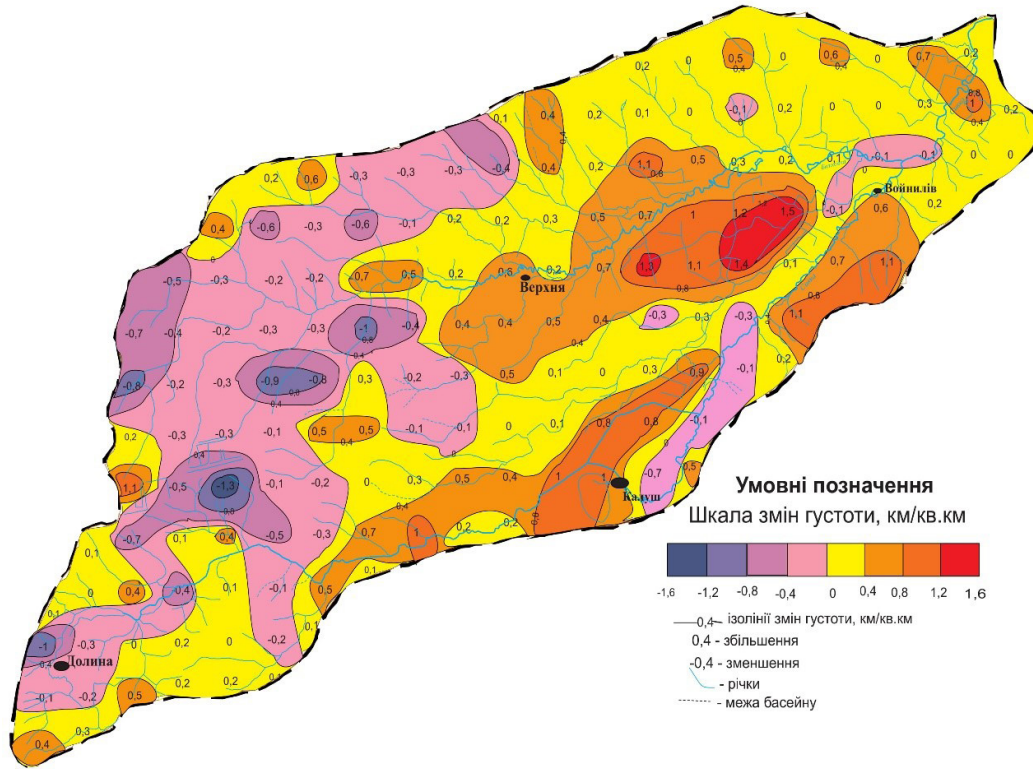


Рис. 6. Зміна густоти гідромережі басейну р. Сивка у 1925–2008 рр.
Fig. 6. Change of the hydronetwork density of the Syvka River Basin in 1925–2008.

значенням відсотка аграрно-освоєних земель від площі басейну. Для р. Сивки кількісне значення цього показника становить 40 %, що за якісною шкалою відповідає загальному ступеню “добрий”. Менш освоєні й більш заліснені привододільні ділянки річкового басейну. Середня залісненість басейну річки становить 29%, що визначає загальний ступінь заліснення як “добрий”.

У структурі земель на території басейну р. Сивка переважає рілля. Середня розораність – 42% і цей показник вважають “добрим”. Найнижча розораність зафіксована в межах адміністративних одиниць з високою залісненістю. Частка сіножатей і пасовищ у структурі сільськогосподарських угідь становить 15%.

Середня урбанізованість у басейні річки становить 4,2%, що відповідає показникові “нижче норми”. Отже, антропогенне навантаження на територію басейну Сивки не є загрозливим чинником для функціонування цієї річки.

Окрім показників антропогенного навантаження для з’ясування екологічного стану басейну використано показники екологічної стійкості ландшафту Е. Клементова і В. Гейнеге, які запропонували виділяти стабільні та нестабільні елементи через коефіцієнт екологічної стійкості ландшафту (КЕСЛ) (Klementova, Geynige, 1997). Стабільними, на думку авторів, є елементи, які позитивно впливають на ландшафт. До них належать території, зайняті лісами, лісосмугами, болотами та заболоченими землями, луками,

пасовищами, природоохоронними територіями, фруктовими садами і виноградниками. До нестабільних елементів належать сільські і міські забудови, рілля, городи, водосховища, водотоки, канали і землі промислового використання. КЕСЛ розраховують як відношення площ стабільних елементів ландшафту до нестабільних. Залежно від отриманих значень стійкість ландшафту можна визначити за такою шкалою: $КЕСЛ \leq 0,5$ – нестабільна з яскраво вираженою нестабільністю; $0,5 < КЕСЛ \leq 1,0$ – нестабільна; $1,0 < КЕСЛ \leq 3,0$ – умовно стабільна; $3,0 < КЕСЛ \leq 4,5$ – стабільна; $КЕСЛ > 4,5$ – стабільна з яскраво вираженою стабільністю.

У межах басейну р. Сивка не виявлено території зі стабільною екологічною стійкістю ландшафтів. До 46% басейну займають території з “нестабільною екологічною стійкістю ландшафтів, а решта території – “умовно стабільні”. Загалом екологічна стійкість ландшафтів території досліджень – “нестабільна”.

Господарська діяльність на території басейну загалом активна: розміщена велика кількість підприємств, які негативно впливають на екологічний стан річкового басейну. Основними проблемами забруднення поверхневих вод басейну р. Сивки є: 1) скид неочищених та недостатньо очищених стічних вод; 2) відсутність водоохоронних зон та прибережно-захисних смуг водних об’єктів.

Скид неочищених та недостатньо очищених

комунальних і промислових стоків відбувається внаслідок фізичного зносу очисних споруд і відсутності коштів на будівництво, ремонт та їх реконструкцію. Внаслідок тривалої експлуатації без необхідного поточного ремонту систем водопостачання і каналізації більшість водопровідно-каналізаційних господарств знаходяться в незадовільному технічному стані, частина з них – в аварійному стані.

Основними забруднювачами поверхневих вод на території басейну виступають такі підприємства:

- ДП «Калійний завод ВАТ «Оріана» (добувна промисловість) – забруднення поверхневих і підземних вод;
- ТОВ «Карпатнафтохім» (хімічна і нафтохімічна промисловість) – забруднення поверхневих вод та повітря;
- ТОВ «Свісс Кроно» (деревообробна промисловість) – забруднення атмосферного повітря;
- ТзОВ «Гудвеллі Україна» (сільське господарство) – забруднення атмосферного повітря та поверхневих вод;
- ДП «Калуська ТЕЦ» (житловокомунальне підприємство) – забруднення атмосферного повітря.

3.3. Екологічна оцінка якості поверхневих вод

Важливе значення в геоекологічному аналізі басейнових систем має екологічна оцінка якості поверхневих вод. Вона дає не тільки інформацію про воду як складову водної екосистеми, життєве середовище гідробіонтів та важливу частину природного середовища людини, а й слугує основою для визначення впливу антропогенного навантаження та ефективності водоохоронних заходів.

З метою дослідження водогосподарської обстановки на території басейну р. Сивки з 1993 р. проводиться державний моніторинг поверхневих вод. Для забезпечення виконання моніторингу було облаштовано 2 пункти спостереження – на лівому березі р. Сивка в с. Войнилів, на відстані 11 км від гирла (80 м вище мосту на автошосе Калуш – Бурштин); на правому березі р. Сивка в с. Сивка Войнилівська, на відстані 2 км від гирла (40 м нижче моста на автошосе Галич – Залуква – Войнилів).

Характеристика стану якості води в р. Сивка здійснена на підставі даних інтерактивної карти забруднення річок України (Interaktyvna karta ...), виконаної Державним агенством водних ресурсів.

Аналіз даних інтерактивної карти забруднення річок України для басейну р. Сивки показує перевищення значень ГДК таких показників:

1) ХСК – хімічне споживання кисню – кількість кисню, яка потрібна для того, щоб розклались сторонні речовини (органічні та неорганічні) у воді. З його вмістом пов'язаний процес самоочищення

води від забруднювачів. Якщо значення ХСК різко зростає, то це вказує на потрапляння до водойми значної кількості забруднювачів. Аналіз графіків ХСК води у р. Сивка за 2014–2018 рр. вказує на значне перевищення ГДК цього показника (більш як 2,5 рази).

2) БСК – біохімічне споживання кисню – це кількість кисню, яка потрібна бактеріям у воді для того, щоб очистити їх від органічних забруднювачів. У природних водоймах БСК низьке, воно зростає якщо воду забруднюють каналізаційні стоки або відходи сільськогосподарських підприємств. Середня значення показника БСК для р. Сивка становить 3 мг/дм³, що відповідає нормі. Перевищення ГДК спостерігалось у 3–4 кварталах 2015 р.

3) Завислі (тверді речовини) – частинки глини, органічних і неорганічних речовин, різних мікроорганізмів, пісок, мул, які присутні у природних водоймах.

Завислі речовини впливають на прозорість води, на температуру, склад розчинних компонентів, абсорбцію токсичних речовин, а також на склад і розподіл відкладів. Значення показника для вод р. Сивка змінювалось за 2014–2018 рр. від 6 до 36 мг/дм³. Середнє значення становило 19 мг/дм³, тобто не набагато перевищувало ГДК.

4) Сульфат-іони зазвичай потрапляють у воду з промисловими стоками. Можуть також свідчити про забруднення води органічними речовинами, наприклад відходами тваринного походження. Для води в р. Сивка цей показник перевищує ГДК, а максимальне значення спостерігалось у 4 кварталі 2017 р. – 237 мг/дм³, що майже у 2,5 рази вище норми.

5) Хлорид-іони вказують на те, що воду забруднюють господарсько-побутовими і промисловими стічними водами. Значення цього показника за 2014–2018 рр. коливалось від 138 до 653 мг/дм³ і здебільшого перевищувало ГДК удвічі.

6) Іони амонію з'являються у воді, яку нещодавно забруднили органічними речовинами (зазвичай каналізаційними стоками). В такій воді легко розвиваються мікроскопічні водорості, що у теплу погоду може призвести до «цвітіння води». Від початку 2018 р. значення цього показника для вод р. Сивка має тенденцію до збільшення і перевищує норму майже в 1,5 рази.

7) Нітрит-іони – висока їх концентрація свідчить про те, що у воду потрапили органічні речовини зі стічних вод. Швидко розкладаються, тому висока концентрація означає, що забруднення відбулось недавно. В такій воді легко розвиваються мікроскопічні водорості, що у теплу погоду призводить до «цвітіння води». Найбільше перевищення ГДК цього показника зафіксовано у кінці 2015 року. Станом на 2018 р. значення цього показника коливається на рівні допустимих концентрацій.

Важливим показником для характеристики стану р. Сивка є вміст солей, оскільки ця річка приймала стоки промислових підприємств м. Калуш. Проте, з припиненням діяльності ДП “Калійний завод”, вміст солей дещо знизився, хоча і залишається високим. В цілому води в річці Сивка належать до III класу якості 5 категорії, а за їх станом – це “посередні”, за ступенем чистоти – “помірно забруднені” води (Ekolohichnyu pasport..., 2017).

3.4 Вивчення еколого-географічних проблем басейну малої річки в шкільній географії

Розглянутий алгоритм еколого-географічного дослідження басейну малої річки має науково-практичне і дидактичне значення, оскільки методично доступний для учнівської краєзнавчо-дослідницької роботи у формі проєктів і спрямований на формування в учнів географічних компетенцій.

Географічні компетенції – це певні освітні норми, досягнення яких може свідчити про можливість правильного вирішення будь-якого завдання на основі застосування здобутої географічної освіти. Географічні компетенції поділяють на ключові, міжпредметні і предметні (Samoylenko et al., 2013). Специфіка компетентнісного навчання полягає в тому, що в його процесі засвоюються не готові знання, а, перш за все, способи їх здобування. Організування еколого-географічного вивчення місцевої річки в рамках проєкту забезпечує засвоєння учнями способів дослідницької діяльності, що проявляється у формуванні в них таких ключових компетенцій як:

- навчально-пізнавальної (уміння вчитися), яка передбачає формування індивідуального досвіду участі школяра в навчальному процесі, вміння, бажання організувати свою працю для досягнення успішного результату;
- інформаційної компетенції, яка передбачає оволодіння новими інформаційними технологіями, уміннями відбирати, аналізувати, оцінювати інформацію, систематизувати її; використовувати джерела інформації для власного розвитку;
- соціально-трудова (кооперативної, яка пов'язана з готовністю робити свідомий вибір, працювати в команді; оволодінням етикою громадянських стосунків, навичками соціальної активності, функціональної грамотності; оцінюванням власних професійних можливостей).

Крім ключових компетентностей, на заняттях географії та в позаурочний час формуються міжпредметні компетентності географічного спрямування. До таких компетентностей належать, зокрема, природничо-математична, краєзнавча, туристична, картознавча тощо (Рис 7).

Сформована предметна географічна компетентність включає здатність учнів застосовувати отримані географічні знання, уміння

і навички, наявність в них ціннісних установок і специфічного географічного мислення, що сформовані на підґрунті здібностей і життєвого досвіду, які необхідні для діяльності в довкіллі, передбачення наслідків такої діяльності та вирішення власних життєвих завдань і проблем.

Проблематика дослідження дозволяє реалізувати такі наскрізні змістові лінії в сучасній шкільній географії як “Екологічна безпека та сталий розвиток”, “Здоров'я і безпека” (Methodychni rekomendatsiyi, 2017). Метою наскрізної змістової лінії “Екологічна безпека та сталий розвиток” є формування в учнів соціальної активності, відповідальності й екологічної свідомості, щоб вони зберігали і захищали довкілля і усвідомлювали сталий розвиток, були готові брати участь у вирішенні питань довкілля і розвитку суспільства. Змістова лінія “Здоров'я і безпека” у контексті проблеми дослідження сприяє формуванню в учнів вибіркового підходу до використання місцевих водних ресурсів з огляду на власне здоров'я та готовності боротись за їхню якість (Рис. 7).

Найефективнішим шляхом реалізації компетентнісного підходу у вивчанні географії є метод проєктів, який в сучасній дидактиці розглядається як система навчання, за якої учні одержують знання й уміння в процесі планування і виконання практичних завдань-проєктів, що поступово ускладнюються. (Stadnyk, 2008).

Метод проєктів засвідчує повну узгодженість навчання з життям, з інтересами учнів, для якого теоретичні знання – засіб творчих шукань. Зрештою активно розвивається мислення з опорою на науку.

Основою методу проєкту є узяття з реального життя проблема (екологічна, географічна, краєзнавча тощо). Таким чином, проблема і шляхи її розв'язання набувають контурів проєктної діяльності. Як приклад, розглянемо основні організаційно-методичні аспекти проєкту “Еколого-географічні проблеми басейну місцевої річки”, в якому окрім екологічного можна ставити і краєзнавчо-історичні акценти.

Основна проблема проєкту: оцінювання стану навколишнього середовища території басейну місцевої річки, пропонування заходів щодо його оптимізації.

Мета проєкту: формувати знання про природу своєї місцевості; дати уявлення про вплив практичної діяльності людини на її стан; сформулювати розуміння комплексного характеру екологічних проблем басейну; оцінити екологічний стан навколишнього середовища та запропонувати заходи щодо його поліпшення; розвивати пам'ять, мовлення, уміння висловлювати свою точку зору; виховувати дбайливе ставлення до природи.

Завдання проєкту: розглянути знайомі, буденні для старшокласників явища навколишнього середовища з нової позиції – позиції людини,

зацікавленої у збереженні й поліпшенні стану природи; вивчити територію басейну, природні, економічні й соціальні об'єкти, що розташовані в його межах; з'ясувати, які зміни відбулись в гідромережі басейну; зібрати дані про стан природи, провести дослідження, які дозволять оцінити забруднення її окремих компонентів; запропонувати шляхи щодо поліпшення екологічного стану басейну річки.

Методи дослідження: спостереження, опис, статистичний, картографічний, порівняння.

Обладнання: різноманітні за тематикою та часом створення карти своєї місцевості, курвиметр, фотоапарат.

Тривалість проекту: п'ять місяців. Перший етап – перший тиждень лютого, другий етап – другий тиждень лютого; третій етап – лютий, березень, квітень, четвертий – травень, решта етапів – перші два тижня липня (період навчальної практики).

План

1. Ознайомлення з територією досліджуваного басейну та об'єктами розташованими в його межах.

2. Ознайомлення з нормами та правилами, що містять вимоги до охорони навколишнього природного середовища.

3. Вибір джерел інформації і пунктів спостереження.

4. Збирання інформації про стан навколишнього середовища, проведення спостережень, накопичення матеріалів.

5. Систематизація й аналіз матеріалів спостережень і даних, отриманих з інших джерел.

6. Опрацювання зібраної інформації, складання картосхем.

7. Підготовка звіту.

8. Проведення конференції за підсумками досліджень, обговорення напрямів подальшої роботи.

Склад учасників: учні 8 класу, поділені на п'ять груп.

Назви (спеціалізація) й основні функції кожної з груп.

1. *Кліматологи*. Досліджують кліматичні умови та їх вплив на гідрологічний режим річки. На основі спостережень за погодою аналізують кліматичні умови та їх вплив на гідрологічний режим річки. Досліджують, які несприятливі метеорологічні процеси та явища характерні для місцевої території та як вони змінюють стан басейну.

2. *Ґрунтознавці і ботаніки*. Поглиблюють свої знання про ґрунти, їх утворення, склад і значення; знайомляться з матеріалами районних організацій, які містять характеристику стану ґрунтового покриву; на основі опрацювання літературних джерел, дають характеристику основним типам ґрунтів, що поширені на території; на основі власних спостережень, описують рослинний покрив в межах басейну;

3. *Екологи*. Поглиблюють свої знання про водні ресурси, їхнє значення, використання й основні джерела забруднення; знайомляться з матеріалами районних та обласних організацій, які містять характеристику стану поверхневих та підземних вод; на підставі зібраних даних дають оцінку якості питної води, а також стану водойм і водотоків. Узагальнюють дані про забруднення різних ділянок досліджуваного басейну та інших джерел; ведуть спостереження за побутовими відходами; пропонують заходи щодо покращення екологічної ситуації на території басейну.

4. *Гідрологи*. Опрацьовують дані, зібрані іншими групами, й оформляють їх у вигляді таблиць і діаграм. За допомогою курвиметра вимірюють довжини водотоків у різні часові періоди, визначають густоту гідромережі за методикою, вказаною в підрозділі 2.

5. *Картографи*. Проводять попередню роботу з уточнення розміщення різних об'єктів досліджуваного басейну на картах різних років видання. Складають картограму густоти гідромережі басейну річки для вибраних періодів та картосхему зміни густоти річкової сітки відповідно до методики, вказаної в підрозділі 2.

Форма кінцевого продукту: доповіді, що містять інформацію про виконану роботу й отримані результати, картограми густоти гідромережі басейну річки в різні роки, змін густоти річкової сітки за період дослідження, пропозиції щодо покращення екологічної ситуації в районі проживання.

Форма презентації проекту: виступ на шкільній конференції, сесії виконавчих органів територіальних громад.

Основні джерела інформації: фондові матеріали Держводагенства України, Управління екології та природних ресурсів в регіоні, обласного управління лісового господарства, засоби масової інформації, інтернет ресурси, а також матеріали власних досліджень старшокласників.

4. Висновки

Еколого-географічне дослідження басейну і вод річки Сивки дають підстави зробити такі висновки:

1. Густота річкової сітки басейну Сивки за період 1925–2008 рр. зросла у нижній його частині, що пов'язано з прокладанням у др. пол. ХХ ст. обвідних каналів навколо міста Калуш та окремих сіл (максимальне збільшення – 1,5 км/км². Водночас для верхньої частини річкового басейну, що припадає на Заліську і частково Войнилівську височину, характерне зменшення густоти річкової сітки, яке пов'язане з вирубування лісу і зникненням малих водотоків. Максимальні показники зменшення густоти гідромережі – (-1,3) км/км² характерні і для території басейну поблизу м. Долини внаслідок ущільнення забудови заплави

річки.

2. Антропогенне навантаження на територію басейну Сивки, розраховане за показниками структури землекористування, не є загрозливим чинником для функціонування цієї річки, але для 46% території басейну характерна нестабільність щодо екологічної стійкості ландшафтів, решта території – умовно стабільна.

3. Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями дає підстави віднести води в річці Сівка до III класу якості 5 категорії, за їх станом – це “посередні”, а за ступенем чистоти – “помірно забруднені” води.

4. Проблематика дослідження дозволяє реалізувати компетентнісний підхід у навчанні географії, зокрема такі змістові лінії в сучасній шкільній географії як “Екологічна безпека та сталий розвиток”, “Здоров’я і безпека”. Дослідження може бути використано як алгоритм для учнівського еколого-краєзнавчого проекту основна мета якого – самостійне усвідомлення учнями природничо-наукових проблем, що мають для них життєвий сенс, оцінювання стану навколишнього середовища території басейну місцевої річки, пропонування заходів щодо його оптимізації.

Список посилань

- Asotsiatsiya rybalok Ukrainy. (2017). [Ukrainian Fishermen’s Association]. Retrieved from: www.bbc.com/ukrainian/news-42122287
- Herenchuk, K.I. (1968). *Pryroda Ukrayinskykh Karpat: monohrafiya* [The nature of the Ukrainian Carpathians: a monograph]. Lviv: Vyd-vo Lviv. un-tu. (In Ukrainian).
- Herenchuk, K.I. (1973). *Pryroda Ivano-Frankivskoyi oblasti: monohrafiya* [The nature of the Ivano-Frankivsk region: a monograph]. Lviv: Vyd-vo «Vyshcha shkola». (In Ukrainian).
- Kravchuk, Ya.S. (1999). *Heomorfologiya Peredkarpattya: navch. posib. [dlya stud. vyshch. navch. zakl.]* [Geomorphology of Precarpathians: Textbook]. Lviv: Merkator. (In Ukrainian).
- Kovalchuk, I.P. (1997). *Rehionalnyi ekoloho-heomorfologichnyi analiz*. [Regional ecological-geomorphological analysis]. Lviv: Zapovit, (In Ukrainian).
- Klementova, Ye., Geynige, V. (1995). Otsenka ekologicheskoy ustoychivosti sel’skokhozyaystvennogo landshafta [Evaluation of the environmental sustainability of the agricultural landscape]. *Melioratsiya i vodnoye khozyaystvo*, 5, 33-34. (In Russian).
- Ekologichnyy pasport Ivano-Frankivskoyi oblasti za 2017 rik [Ecological passport of Ivano-Frankivsk region in 2017]. Retrieved from: menr.gov.ua/news/32629.html.
- Metodychne kerivnytstvo po rozrakhunku antropohennoho navantazhennya i klasyfikatsiyi ekolohichnoho stanu baseyniv malykh richok Ukrainy*. (1992). Kyiv: Oriony. [Methodical guidelines for calculation of anthropogenic loading and classification of ecological status of basins of small rivers of Ukraine.]. (In Ukrainian).
- Metodychni rekomendatsiyi shchodo vykladannya geohrafiyi u 2017-2018 navchalnomu rotsi [Methodological recommendations for teaching geography in the

2017/2018 academic year].

- Samoylenko, V.M., Topuzov, O.M., Vishnikina, L.P., Dibrova, I.O. (2013). *Dydaktyka heohrafiyi: Monohrafiya* (elektronna versiya) [Didactics of Geography: Monograph (electronic version)]. Kyiv: Nika-Center, (In Ukrainian).
- Stadnyk, O.H. (2008). *Metod proektiv u vykladanni heohrafiyi* [The method of projects in the teaching of geography] Kharkiv: Vyd. hrupa Osnova, (In Ukrainian).
- Polska mapa wojskowa, (1925–1927) [Polish military map], P 52_S39.
- Polska mapa wojskowa [Polish military map], P52_S38.
- Polska mapa wojskowa [Polish military map], P53_S38.
- Topografichna karta Heneralnoho shtabu Radyanskoyi armiyi, (1985). [Topographic map of the General Staff of the Soviet Army].
- Topografichna viyskova mapa vsiyeyi Ukrainy, 2008 [Topographical military map of all Ukraine].

Лаврук М.М., Лесів О.Ф. **Еколого-географічне дослідження малих річок: методичний і дидактичний аспекти (на прикладі р. Сівка, притоки Дністра)**. *Фізична географія та геоморфологія*, 93(1): 40–50.

Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Дорошенка, 41, Львів, 79000, Україна

Досліджено динаміку гідромережі басейну річки Сівка за період 1925 – 2008 рр., виявлено локалізацію збільшення і зменшення густоти її гідромережі. З’ясовано сучасне антропогенне навантаження на територію басейну на підставі комплексу показників, які відображають структуру землекористування території та ступінь її урбанізації. Досліджено екологічний стан басейну річки Сівка за показниками екологічної стійкості ландшафту. Здійснено екологічну оцінку якості поверхневих вод на підставі даних інтерактивної карти забруднення річок України, виконаної Державним агенством водних ресурсів України. Запропоновано алгоритм еколого-географічного дослідження басейну малої річки для учнівської краєзнавчо-дослідницької роботи у формі проектів.

Ключові слова: динаміка гідромережі, річковий басейн Сивки, краєзнавчо-дослідницький проект.