

IN THE UPPER DNISTER'S RIVER SYSTEM

The paper deals with monitoring researches of suspended sediments loads in the river systems of the Upper Dnister drainage basin. The dynamic and tendencies of time and spatial changing have been presented in this paper. The number of existing gauging stations doesn't give enough information about sediments runoff as well as erosion processes intensity and scales in the catchment systems. The propositions for optimal location of the gauging stations have been worked out.

УДК 556.004.65: 556.537

Наталія КРУТА

ЗАСТОСУВАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ СТРУКТУРИ РІЧКОВОЇ СИСТЕМИ ЛУГУ (БАСЕЙН ДНІСТРА) ТА ЇЇ ЗМІН У ПЕРІОД З 1772 ПО 2000 РР.

Дослідження екологічного стану річкових систем є дуже актуальними в наш час. Насамперед це пов'язано з особливостями будови, властивостями, параметрами функціонування їхніх складових – малих і дуже малих річок: невисокою їхньою водністю, помітними сезонними і багаторічними змінами параметрів стоку, високою чутливістю гідроекологічних систем малих річок до антропогенного впливу, дуже відчутним реагуванням на сезонні і багаторічні зміни кліматичних умов, інтенсивним антропогенним впливом на малі річки та їхні басейни [15, 22].

Малі річки регіону є головною складовою водних ресурсів району, базою для розвитку рибного господарства, рекреації, туризму, тваринництва і землеробства. Тому їхнє вивчення і забезпечення охорони є дуже важливими.

Основна мета досліджень річкової системи Лугу – оцінка масштабів змін структури річкової системи, встановлення причин змін та їхніх екологічних наслідків.

Мета досягалась шляхом вирішення ряду завдань: 1) створити ГІС басейну р.Луг; 2) проаналізувати зміни структури р.Луг за період з 1772 по 2000 рр; 3) виявити чинники, що впливають на екологічний стан басейну; 4) розробити шляхи оптимізації екологічного стану басейну.

Для вирішення цього завдання складені алгоритми дослідження проблем басейну р.Луг, зібрана інформація про екологічний стан р.Луг та її басейну, проаналізовані природні умови басейну і чинники впливу на структуру річкової системи Лугу, виявлені масштаби структурних змін річкової мережі Лугу, обґрунтовані оптимізаційні пропозиції.

Дослідженням проблем малих річок присвячені праці П.П. Фільчагова і В.В. Поліщука [24], І.А.Шикломанова [25], С.В. Яковлева та І.В. Прозорова [22], Б.Н. Малкес [2], О.О.Іщука та О.С. Коноваленка [5], І.П. Ковальчука [8, 9, 10, 11], Л.П. Курганевич [13], О.Г. Ободовського [16, 18], В.І. Нікори [17], М.Ю. Калініна [16] та інших вчених.

Процеси формування поверхневого стоку і водних ресурсів малих річок вивчали В.Є. Водогрецький [1], М.М. Протод'яконов [20], Д.Я. Раткович [21], Д.Л. Соколовський [23].

Важливим напрямком досліджень була оцінка впливу лісових насаджень на стік води та якість водних ресурсів малих річок. Ці питання досліджували П.Ф. Ідзон і Г.С. Піменова [6], Дж. Кітрідж [7].

Заходи з охорони малих річок від забруднення і виснаження обґрунтовували В.С.Перехрест і Т.А. Чекушкіна [19], С.В. Яковлев, І.В. Прозоров, Є.В. Іванов [22], С.І. Кукурудза [12].

Проблемами вивчення малих річок займається Український науково дослідний інститут водогосподарсько-екологічних проблем (УНДІВЕП) на чолі з професором А.В. Яциком [26].

Структуру річкових систем правобережжя Дністра та її зміни за період з 1772 по 1955

роки досліджували І.П. Ковальчук і П.І. Штойко [9, 10]. Узагальнені результати цих досліджень висвітлені у праці І.П. Ковальчука "Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз"(1997). Однак з 1955 р. пройшло 50 років, тому важливим завданням є оцінювання змін, які відбулися з річковою системою за цей період.

Підеумовуючи стислий аналіз багаторічних досліджень малих річок України, відзначимо, що головними їхніми результатами є: 1) встановлення критеріїв віднесення річок до категорії малих; 2) розробка методики виділення річок різних рангів; 3) виявлення та аналіз впливу природних та антропогенних чинників на стан малих річок; 4) обґрунтування шляхів покращання екологічного стану малих річок та їхніх басейнів.

Залишаються невирішеними такі питання: використання технології ГІС до вирішення проблем класифікації малих річок; проблема оцінки гідрохімічного і гідроекологічного стану малих річок; оцінки впливу антропогенного навантаження на гідрологічний режим малої річки; проблеми кадастру і паспортизації малих річок [15, 22].

Ці питання повною мірою стосуються і такої малої річки Подільського регіону, як Луг. В межах її басейну не ведеться систематичних спостережень за хімічним складом води, немає гідрологічного поста, не ведеться водний і гідроекологічний моніторинг. Одночасно при значному антропогенному і техногенному навантаженні відбувається суттєве погіршення її екологічного стану і функціонування, а річка є важливим середовище-формуєчим чинником і компонентом басейнової природно-географічної системи.

Крім зазначених, актуальними залишаються також наступні завдання: 1) створення гідропоста, на якому б велися дослідження гідрологічного режиму та якості води річки Луг; 2) створення геоінформаційної моделі басейну р.Луг; 3) вирішення проблеми очистки стічних вод, що скидаються в річку без очищення; 4) захист водних ресурсів річки Луг від забруднення і виснаження; 5) створення реальної системи водоохорони у басейні р.Луг.

Методика та вихідні матеріали. Вихідними матеріалами, покладеними в основу роботи, є дані власних польових досліджень, фондова інформація Державного управління охорони навколишнього природного середовища у Львівській області, Облводгоспу, лабораторії Львівводоканалу, топографічні карти масштабу 1:100000, літературні джерела, відповідне програмне забезпечення для створення електронних карт та обробки екологічної інформації.

У процесі виконання роботи використовувались наступні методи: польове обстеження русла річки і басейну; порівняння різночасових карт; методи оцінки змін структури річкової системи та екологічного стану її басейну; методи ГІС-моделювання.

Створення ГІС басейну р.Луг виконувалось в декілька етапів і має наступні підсистеми:

1. Підсистема збору інформації, яка збирає і проводить попередній обробіток даних з різних джерел. Ця підсистема також в основному відповідає за різні типи просторових даних (наприклад, від ізоліній топографічної карти до моделі рельєфу ГІС).
2. Підсистема збереження і вибірки даних, що організує просторові дані з метою їх вибірки, оновлення і редагування.
3. Підсистема маніпуляції даними та аналізу, яка виконує різні задачі на основі цих даних, групує і розділяє їх, встановлює параметри та обмеження і виконує функції моделювання.
4. Підсистема виводу, яка відображає всю базу даних або частину її у табличній, діаграмній або картографічній формі [4, 5].

Перш як проводився змістовний аналіз моделі басейну р.Луг, необхідно її створити, тобто формалізувати для машинного представлення в рамках використовуваної ГІС-системи. Етапи створення моделі доволі трудомісткі і деколи займають майже весь час робіт.

Найпершим етапом створення електронної карти басейну р.Луг був збір даних. Потрібна інформація взята з карти масштабу 1:100000, літературних джерел, паспорту р.Луг.

Наступним етапом було оцифрування. Під цим терміном розуміється переведення "паперового" чи будь-якого іншого виду фактичного матеріалу до єдиних, в межах робочої

системи, форматів векторних даних. В даному випадку це було сканування і векторизація паперового примірника карти. Можуть використовуватись і набір точок спостережень у електронній формі, взятих з *GPS*. У іншому випадку сам процес спостереження вже є оцифруванням і результат зазвичай вимагає лише незначних змін для сумісності з контекстом системи.

Метою оцифрування було створення моделі басейну р.Луг з максимально можливо коректною топологією. Всі помилки, зроблені у результаті оцифровки, слід виправити на наступному етапі – корекції [5].

Елементи оцифрованої і відкоректованої карти просторово прив'язані до координат дигітайзера чи вимірюються в розмірах сканованого зображення карти. Виникає необхідність реальної просторової прив'язки у прийнятих координатних системах – це є наступний етап створення цифрової моделі басейну р.Луг. Процедура просторової прив'язки називається реєстрацією карти. Складаючи досить велику проблему в *ArcView*, ця процедура легко здійснюється в *Arc/INFO* чи *Bluemarble Geographic Transformer*. В *ArcView* вона вирішується за допомогою додаткових макросів та модулів. Слід відзначити, що у ГІС-системах інших виробників, наприклад *MapINFO*, можливість просторової прив'язки входить до основного пакету програмного забезпечення. Відсутність такої важливої процедури може бути пояснена лише політикою компанії, яка пропонує *Arc/INFO* як робочу систему, а *ArcView* як користувацько-настільну (клас *Desktop*).

Наступним кроком створення цифрової моделі басейну р.Луг було збереження і вибірка інформації. Часто, насиченість і складність топографічної карти заважають користувачу витягувати з неї інформацію. В ГІС підсистема збереження і вибірки має деякі переваги перед картою в тому, що можна задати запити, які повертають тільки потрібну, контекстно-зв'язану інформацію, вона переносить акцент із загальної інтерпретації карти на формулювання адекватних запитів [3]. В цифровій моделі басейну р.Луг було створено певну кількість електронних шарів, при накладанні яких були складені потрібні карти. Це шар гідрології, лісів, населених пунктів, доріг, ПЗФ, водоохоронних зон і прибережних смуг, протипаводкових споруд та ін.

Наступним етапом є аналіз інформації. Традиційна карта потребує застосування лінійки для виміру відстані, транспортира для визначення напрямку і сітки або планіметра для виміру площі. Більш того, людина, яка аналізує карту, обмежена графічними методами, що використовуються для представлення даних на листку паперу. За допомогою ГІС були пораховані густота річкової мережі, доріг, населених пунктів, лісів, довжина дамб, кількості і довжини річок різних рангів [3].

Завершальним етапом, після виконання аналізу є представлення результатів. Кінцевим результатом ГІС-моделювання було створення серії карт басейну р.Луг.

Зміни структури річкової системи аналізувались на основі даних про її стан у період з 1772 до 1955 років, які були розраховані І.П. Ковальчуком і П.І. Штойком [9, 10], і власних розрахунків параметрів структури річкової мережі за 2000 р. Для цього була створена електронна модель басейну р.Луг, яка відображала структуру річки. За основу була взята топографічна карта масштабу 1:100000 і схема порядкової класифікації річок В.П.Філософова – А.Стралера. За допомогою ГІС-технологій були підраховані основні показники, за якими оцінювалися зміни структури річкової системи Лугу. Такими показниками виступали: порядок річкової системи, кількість різнорангових річок у ній, їхня довжина (протяжність). Також були виділені басейни різних рангів. Згідно з результатами проведених досліджень, кількість річок у річковій системі протягом певного періоду за майже двісті років могла залишатися однаковою, скорочуватися або збільшуватися. Аналогічні зміни могли відбуватися і з довжиною річок. Ці зміни у структурі річкової системи Лугу здійснювались під впливом як природних, так і антропогенних чинників.

У зв'язку з тим, що диференційована оцінка процесів відмирання водостоків, зміни

ними порядку та, як наслідок, зміни кількості і довжини річок різних рангів досить ускладнена, в роботі використаний термін “трансформація річкових систем” і відповідний коефіцієнт, який характеризує в узагальненому вигляді масштаби цих явищ [11]. Коефіцієнт трансформації може бути додатнім (при скороченні кількості і довжини річок від початкового періоду до досліджуваного) або від’ємним (при збільшенні насичення річкової системи водотоками за цей же період).

В аналізі використана інформація про кількість, довжину і ранг водостоків станом на 1772, 1855, 1925, 1955 [9, 10] та 2000 роки (табл. 1). Зупинимось на характеристиці параметрів річкової мережі кожного часового зрізу.

Таблиця 1

**Зміна структури р.Луг за період з 1772 по 2000 рік
(складено за матеріалами [8] і власних досліджень)**

Ранг	Роки	Кількість річок певного рангу	Частка річок певного рангу від їх загальної кількості	Коефіцієнт трансформації кількості річок	Сумарна довжина річок певного рангу	Частка довжини річок певного рангу від сумарної протяжності	Коефіцієнт трансформації довжини річок
1	1772	204	76,4	-3,4	203,5	46,4	0,5
	1855	197	76,7	-22,8	204,7	46,7	-15,9
	1925	152	76,4	-28,9	172	45,7	-2,5
	1955	108	79,4	90,7	167,6	50,5	29,8
	2000	206	79,5	0,98	217,7	50,7	6,9
2	1772	49	18,4	-6,1	98,6	22,5	1,0
	1855	46	17,9	-21,7	99,6	22,7	3,0
	1925	36	18,1	-41,6	102,6	27,3	-26,1
	1955	21	15,4	90,4	75,8	22,8	28,2
	2000	40	15,4	-18,3	97,2	22,6	-1,4
3	1772	10	3,7	0	58,5	13,4	0,6
	1855	10	3,9	-20	58,9	13,4	-0,5
	1925	8	4	-50	58,6	15,6	-9,5
	1955	4	2,9	150	53	16	7,7
	2000	10	3,9	0	57,1	13,3	-2,3
4	1772	3	1,1	0	48,2	11	-2,9
	1855	3	1,2	-33,3	46,8	10,7	-41,2
	1925	2	1	0	27,5	7,3	-37,8
	1955	2	1,5	0	17,1	5,1	118,1
	2000	2	0,8	-33,3	37,3	8,7	-22,6
5	1772	1	0,4	0	29,2	6,7	-3,7
	1855	1	0,4	0	28,1	6,4	-45,5
	1925	1	0,5	0	15,3	4,1	21,5
	1955	1	0,7	0	18,6	5,6	7,5
	2000	1	0,4	0	20	4,7	-31,5
Всього 1-5	1772	267			438		
	1855	257			438,1		
	1925	199			376		
	1955	136			332,1		
	2000	259			429,3		

* знак “-” коефіцієнта трансформації свідчить про збільшення кількості або довжини водостоків; знак “+” – про зменшення цих показників.

З таблиці видно, що у 1772 році у річковій системі Лугу нараховувалося 204 річки. Частка річок першого порядку в структурі річкової системи становила 76,4%. Їхня довжина

сягала 203,5 км або 46,4% від загальної довжини водостоків басейну. На річки другого порядку припадало 18,4 % (49 од.) за кількістю та 22,5% (98,6 км) за сумарною довжиною річкової системи Лугу. Річки третього порядку займали 3,7% (10 од.) за кількістю і 13,4% (58,5 км) за сумарною довжиною річок у річкових систем.

Частка річок четвертого порядку була рівною 1,1% (3 од.) за кількістю і 11% (48,2 км) за довжиною. Водостік найвищого (п'ятого) порядку складав 0,4% за кількістю та 6,7% (29,2 км) за сумарною протяжністю річкової системи. В цілому, на річки першого і другого порядків припадало 94,8% кількості водостоків і 68,9% сумарної довжини річкової системи Лугу.

Оцінюючи складність структури річкової системи Лугу, порівнюємо реальну її насиченість водостоками різних порядків з мінімально можливою, але достатньою для виникнення водостоків вищих рангів. Розрахунки показують, що реальне число річок різних порядків тут у 8,6 разів перевищує мінімально необхідне, тобто система р.Луг має підвищену складність. Таке співвідношення річок є з одного боку, індикатором стійкості річкової системи до зовнішніх впливів, а з другого – свідченням надмірної зволоженості території, високої небезпеки розвитку деградаційних процесів тощо. Високий потенціал стійкості системи Лугу дає змогу їй досить довго підтримувати рівноважний стан, незважаючи на досить інтенсивне природокористування в її басейні.

Аналіз параметрів структури системи р.Луг станом на 1855 рік свідчить, що, незважаючи на скорочення загальної кількості (щезло 10 річок), протяжність річкової системи, а також співвідношення кількості і довжини річок майже не змінилися. Останнє вказує на наявність механізму саморегуляції річкової системи, її здатність відновлюватися і підтримувати стійку динамічну рівновагу між підсистемами різних порядків. Витримується теж співвідношення кількості і довжини річок: як і в 1772 , у 1855 році річки першого і другого рангів становили 94,6% кількості і 69,4% протяжності річкової системи, що підтверджує раніше зроблені висновки про стійкість структури в умовах невеликого збільшення антропогенного навантаження. Перевищення реального насичення річкової системи Лугу різноранговими водостоками над мінімально можливим становило 8,3 раз, тобто зменшилося в 0,3 рази у порівнянні з попереднім періодом за рахунок деградаційних та еволюційних процесів розвитку річок.

Параметри стану структури річкової системи у 1925 і 1955 роках вказують на подальше збереження співвідношення кількості і довжини річок різних рангів у річковій системі при невеликих коливаннях абсолютних величин цих параметрів. Наприклад, у 1925 році частка водостоків першого порядку за кількістю і довжиною становила відповідно 76,4% і 45,7%, а на водостоки другого порядку припадало 18,1% загальної кількості і 27,3% сумарної довжини річкової системи. На водостоки першого і другого порядків припадало 94,5% кількості і 73,0% довжини річкової системи. У порівнянні з попереднім етапом, зміни кількості річок першого і другого порядків не відбулося, а довжина збільшилась на 4%. У той же час загальна кількість річок і сумарна їх протяжність скоротилися у порівнянні з 1772 роком на 68 одиниць з сумарною довжиною 62 км. За період з 1772 до 1955 рік ранг річки не змінився. Складність річкової системи Лугу зменшилась в 1,9 раз.

Річки першого рангу становили в той час 79,4% (108 од.) від загальної кількості водостоків і 50,5% (167,6 км) сумарної довжини річкової системи. Частка річок першого і другого порядків становила 94,8% кількості і 73,7% довжини і не змінилась у порівнянні з попереднім періодом, хоча кількість і довжина річок продовжувала зменшуватись. За 30 років загальна кількість водостоків зменшилась на 63 одиниці, а довжина на 43,9 км [8].

Період з 1955 по 2000 рік характеризується збільшенням кількості і довжини водостоків. У структурі річкової системи Лугу у 2000 році річки першого порядку становлять 79,5% (206 од.) від загального числа річок різних порядків і 50,7% (217,7 км) від сумарної довжини. На річки другого порядку припадає 15,4% (40 од.) від загальної кількості

та 22,6% (97,2км) від сумарної довжини річкової системи. Водостоків третього порядку налічується 3,9% (10 од.). За довжиною вони становлять 13,3% (57,1 км) сумарної протяжності річок річкової системі. Частка річок четвертого порядку дорівнює 0,8% (2од.) за кількістю і 8,7% за довжиною. Ранг головної річки (5-й) не змінився за 200-річний період. В цілому на річки першого і другого порядків припадає 94,9%, що становить найбільший показник за двісті років. Їхня сумарна довжина дорівнює 73,3%. Перевищення реального насичення річкової системи різноранговими водостоками над мінімально можливим становило 8,4, тобто таке як було у 1772-1855 роках. Такі зміни відбулися як за рахунок втручання людини у вигляді побудови осушувальних систем, тобто штучних річок, так і за рахунок відмирання (деградації) малих річок. Отже, частка штучних річок збільшилась, а природних – зменшилась.

Таким чином, кількість і довжина водостоків у річкової системі Лугу зменшувалась з 1772 до 1955 року, причиною чого є природні фактори і сільськогосподарське освоєння басейну. Основною причиною зменшення кількості водостоків у структурі річкової системи Лугу є зміни темпу ерозійно-аккумулятивних процесів, посилення ерозії на водозборі та аккумуляції у верхніх ланках руслових комплексів, побічним явищем якого є активізація процесів евтрофікації, погіршення екологічного стану малих річок і подальшої їхньої деградації [8].

З 1955 до 2000 року кількість і сумарна довжина водостоків почали збільшуватись і досягли майже такого ж значення, як у 1772 році. Поява нових річок зумовлена:

- 1) проведенням осушувальної меліорації, тобто створенням системи меліоративних каналів, які за формальними ознаками, способом відображення на топографічних картах нічим не відрізняються від річок;
- 2) перетворення тимчасових водотоків (балкових) у постійні внаслідок дренажування ними горизонтів підземних вод, постійного скидання стоків (від підприємств та інших об'єктів) до річки; створенням водосховищ і викликаного цим підвищення рівня ґрунтових вод, підтоплення території.

Отже аналіз співвідношення кількості і довжини річок різних порядків, виконаний для часових зрізів 1772, 1855, 1925, 1955 [9, 10] та 2000 свідчить про переважання в структурі річкової системи Лугу водостоків першого порядку. Вони становлять 76,4-79,5% загальної кількості і 45,7-50,7% сумарної довжини. З урахуванням річок другого порядку ці показники ще більш вагомими і дорівнюють відповідно 94,6-94,9% і 68,9-73,3%. Порівняно великий розрив між кількістю річок першого і другого порядків та їх сумарною довжиною обумовлений переважанням у структурі річкової системи коротких водостоків (сотні метри – перші кілометри) першого порядку.

Отже за двісті років припинили своє існування 131 річка і з'явилося 123 нові річки. З них першого порядку відповідно 96 і 98 річок, другого – 28 і 19, третього – 6 і 6, четвертого – з'явилась одна річка.

Ці дані свідчать про деградацію під впливом антропогенних і природних факторів у першу чергу сильно вразливих верхніх ланок гідромережі – річок першого і другого порядків. Невеликі розміри водостоків – головна причина їх малої водності, пониженої транспортуючої здатності, високої сприйнятливості до антропогенного впливу, схильності до процесів евтрофікації, замулення, пересихання, відмирання і перетворення в балки [14, 22]. Однак річки цих рангів найчастіше створюються людиною чи відновлюються.

Сумарна довжина річок басейну р.Луг за період з 1772 по 1955 рр. скоротилась на 105,9 км, проте до 2000 р. зросла на 97,2 км і досягла 429,3 км.

Варіації кількості і довжини водостоків річкової системи за досліджуваний період не змінили рангу головної ріки. На протязі майже 200 років п'ятий ранг річки зберігся.

Висновки.

1. За допомогою відповідного програмного забезпечення (ArcMap, ArcView, ArcInfo,

ArcCatalog) була побудована геоінформаційна система басейну р.Луг. Цифрова модель створювалась у кілька етапів: збір та введення інформації у комп'ютер, збереження і вибірка даних, аналіз і вивід результатів. За допомогою ГІС була створена карта рангів річок, підрахована їхня кількість і довжина. Крім того, побудовано серію інших карт, які відображають будову рельєфу басейнової системи, розміщення лісів, об'єктів природно-заповідного фонду тощо.

2. На основі порівняльного аналізу різночасових карт були виявлені та оцінені тенденції зміни структури річкової мережі Лугу за період з 1772 по 2000 р. Кількість і довжина водостоків зменшувалась з 1772 до 1955 р., причиною цього є природні фактори і сільськогосподарське освоєння басейну. З 1955 до 2000 року ці показники збільшувались і досягли майже такого ж значення, як у 1772 році. Це пов'язано з будівництвом меліоративних каналів, які на карті виглядають як річки, а також флуктуацією кліматичних умов, іншими чинниками.

Аналіз співвідношення кількості і довжини річок різних порядків, виконаний для часових зрізів 1772, 1855, 1925, 1955 та 2000, свідчить про переважання у структурі річкової системи Лугу водостоків першого порядку. Вони становлять 76,4-79,5% загальної кількості і 45,7-50,7% сумарної довжини річок. З урахуванням річок другого порядку ці показники ще більш вагомими і дорівнюють відповідно 94,6-94,9% і 68,9-73,3%. Порівняно великий розрив між кількістю річок першого і другого порядків та їх сумарною довжиною зумовлений переважанням у структурі річкової системи коротких водостоків (сотні метри – перші кілометри) першого порядку.

Майже за двухсотрічний період припинили своє існування 131 річка і з'явилося 123 нові. В основному це річки першого і другого порядків. Це свідчить про деградацію під впливом антропогенних і природних факторів у першу чергу сильно вразливих верхніх ланок гідромережі – річок першого і другого порядків. Однак річки цих рангів найчастіше створюються людиною чи відновлюються. Ранг основної річки не змінився. Головна річка так і залишилась п'ятиранговим водостоком.

3. Зменшення кількості водостоків зумовлене активним проявом силової ерозії та акумуляції наносів у руслах малих річок. Ці процеси спричинили евтрофікацію і подальшу їх деградацію.

Причинами збільшення кількості водостоків є будівництво меліоративних каналів, а також часткове перетворення тимчасових (балкових) водостоків у постійні.

4. Враховуючи наведене, для покращення екологічного стану басейну р.Луг пропонується виконати наступні заходи:

- здійснювати контроль (моніторинг) за станом поверхневих вод, особливо у басейнах малих річок – допливів р.Луг;
- дотримуватись чинного законодавства використання природних ресурсів басейну;
- з метою попередження активізації ерозійних процесів необхідно припинити нераціональну вирубку лісів, на розораних схилах застосовувати ерозійно небезпечну агротехніку.

Література:

1. Водогретский В. Е., Крестовский О. И., Соколов Б. Л. Экспедиционные гидрологические исследования. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. – 231 с.
2. Вопросы географии. Малые реки / Под ред. Б. Н. Малкеса. – М.: "Мысль", 1982. – 214с.
3. Де Мерс, Майкл Н. Географические Информационные Системы. Основы.: Пер. с англ. – М.: Дата +, 1999. – 814 с.
4. Енди Митчел. Руководство по ГИС анализу. – Часть 1: Пространственные модели и взаимосвязи. Пер. с англ. – Киев: ЗАО ЕСОММ Со; Стилос, 2000. – 198 с.
5. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. /Під ред. В.К. Хільчевського./ Іщук О.О., Коноваленко О.С., Ободовський О.Г. Взаємодія ГІС та проблемно-орієнтований

- моделюючий комплексів в системах прогнозування та оцінки наслідків надзвичайних ситуацій, пов'язаних з паводками. – К.: Ніка-центр. – 2000. Том 1 - с. 53-59.
6. Идзон П.Ф., Пименова Г.С. Влияние леса на сток. – М.: Наука, 1975. – 110с.
 7. Китредж Дж. Влияние леса климат, почвы и водный режим – М.: 1951. – 456 с.
 8. Ковальчук І. П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз – Львів: Інститут українознавства, 1997. – 440 с.
 9. Ковальчук И.П., Штойко П.И. Изменения речных систем Западного Подолья в XVIII-XX вв. // Геоморфология, 1992. №2. С. 55-72.
 10. Ковальчук И.П., Штойко П.И. Речные системы Западного Подолья: методика выявления масштабов и причин многолетних изменений их структуры и экологического состояния // Геоморфология, 1989. №4. С. 27-34.
 11. Ковальчук И.П. Эколого-географический мониторинг малых рек как геоморфологических объектов // Геогр. и природные ресурсы, 1990. №3 - с. 42-47.
 12. Кукурудза С. І. Гідроекологічні проблеми суходолу: Навчальний посібник/ За ред. В. К. Хільчевського – Львів: Світ, 1999. – 232 с.
 13. Курганевич Л. П. Еколого-геоморфологічний аналіз басейну Зах. Бугу.// автореферат дисертації на здобуття вченого ступеню кандидата геграфічних наук. – Львів: 2001. – 21 с.
 14. Малі річки України: Довідник / Під ред. Яцика А.В. – К.: Урожай, 1990. – 296 с.
 15. Малые реки Центра Русской равнины, их использование и охрана. – М.: МФ ГО СССР, 1988. – 128 с.
 16. Мониторинг, использование и управление водными ресурсами бассейна р.Припять / Под общей редакцией М. Ю. Калина и А. Г. Ободовского. – Мн.: Белэнс, 2003. – 269 с.
 17. Никора В. И. Руслые процессы и гидравлика малых рек. / Под ред. доктора физико-математических наук Д. И. Гринвальда. – Кишинёв: “Штиинца”, 1992. – 182 с.
 18. Ободовський О. Г. Регіональний гідролого-екологічний аналіз руслових процесів // Автореферат дисертації доктора географічних наук – К.: 2001. – 20с.
 19. Перехрест В. С., Чекушкіна Т. А. Малім річкам – чистоту і повноводність. – К.: Урожай, 1984. – 112 с.
 20. Протодяконов М.М. Теория стока поверхностных вод. – М.: Гострансиздат, 1932. – 210 с.
 21. Раткович Д.Я. Многолетние колебания речного стока. Гидрометеиздат. Ленинград: 1976. – 256 с.
 22. Рациональное использование водных ресурсов: Учебн. для студентов ВУЗов / Яковлев С. В., Прозоров И. В., Иванов Е. Н., Губий И. Г. – М.: Высш. шк., 1991. – 400 с.
 23. Соколовский Д.Л. Речной сток. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 439 с.
 24. Фильчагов Л. П., Полищук В. В. Возрождение малых рек. – К.: Урожай, 1989. – 184 с.
 25. Шикломанов И. А. Антропогенные изменения водности рек. Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. – 302 с.
 26. www.nauu.kiev.ua.

Summary.

In consequence of computer modeling of the Luh river the quantitative parameters of the river network structure for year 2000 have been calculated. The changes of the number, length and ranks of river systems as well as the causes of these changes have been determined.