

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ  
ФЕДЬКОВИЧА

Кафедра фізичної географії, геоморфології та палеогеографії

**Антропогенна трансформація басейну річки Гуків**

**Кваліфікаційна робота**

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

***Виконала:***

студентка 6 курсу, 613 групи

**Жилко Наталія Сергіївна**

***Науковий керівник:***

кандидат географічних наук,

доцент **Кирилюк С. М.**

*До захисту допущено*

*на засіданні кафедри*

*протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2024 р.*

*Зав. кафедрою \_\_\_\_\_ док. геогр. н., к. іст. н. Рідуш Б.Т.*

## Анотація

**Жилко Н. С. Антропогенна трансформація басейну річки Гуків –** Кваліфікаційна наукова робота. Робота на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 014 «Середня освіта (Географія)». - Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. – Чернівці, 2024.

Дослідження кваліфікаційної роботи присвячено вивченню антропогенного впливу на навколишнє середовище на прикладі території басейну річки Гуків.

В даній роботі розглянуті основні методики визначення антропогенного тиску на природні компоненти та шляхи їх використання. Нами було визначено ступінь антропогенної перетвореності та сформовано власну методику по об'єктної оцінки навантаження.

В результаті роботи було визначено переваги та недоліки створеної нами методики, створено полігональну та ізолінійну моделі антропогенного тиску на територію Клішківської громади, наведено основні напрямки покращення екологічного стану даної території та вивчення даної теми в шкільній програмі.

**Ключові слова:** річка, трансформація, методика, екологія, територія, природа, шкільна програма.

## Summary

**Zhylko N. Anthropogenic transformation of the Gukiv river basin -** Qualification research paper. Work on obtaining a master's degree in specialty 014 "Secondary Education (Geography)". - Chernivtsi National University named after Yury Fedkovich. – Chernivtsi, 2024.

The study of the qualification work, devoted to the study of anthropogenic impact on the environment in the territory of the Hukiv River basin.

This paper presents the main methods of determining anthropogenic pressure on natural components and ways of their use. We have determined the degree of anthropogenic transformation and formed our own methodology for object assessment of load.

As a result of the work, the advantages and disadvantages of the method created by us were determined, a polygonal and isolinear model of anthropogenic pressure on the territory of the Klishkiv community was created, the main directions for improving the ecological condition of this territory and studying this topic in the school curriculum were given.

**Key words:** river, transformation, methodology, ecology, territory, nature, school program.

Кваліфікаційна робота ОР «Магістр» містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_Жилко Наталія

## Заява

Студентка: Жилко Наталія Сергіївна

Номер студентської книжки: РН14624746

Я заявляю, що наукова робота:

Антропогенна трансформація басейну річки Гуків

1) Була підготовлена виключно мною, \*і:

А. Не порушує авторські права третіх осіб у відповідність із законом про авторське право.

Б. Повністю або частково була використана в якості основи для отримання диплому про вищу освіту або наукового ступеня мною чи іншою особою.

2) Крім того, я заявляю, що надана мною для перевірки електронна версія роботи збігається з друкованою.

Даною заявою я підтверджую, що була проінформована про права та обов'язки студентки Університету, про правила, що стосуються перевірки оригінальності наукових робіт. Тому я заявляю, що я згодна на обробку моїх письмових робіт у відповідності з антиплагіатними процедурами Університету, а також на архівування цих робіт в базі даних інтернет системи Turnitin Similarity згідно з антиплагіатними правилами і процедурами Університету. Я також свідома того, що у випадку, якщо робота написана мною, за рішенням Комісії університету буде містити факти, які суперечать умовам зазначеним у цій заяві, або, якщо коефіцієнти виходять за межі гранично допустимих норм (згідно Додатку 2), робота буде повернута на до опрацювання.

Дата \_\_\_\_\_

Підпис \_\_\_\_\_

\*Беручи до уваги і стотний внесок з боку керівника наукової роботи.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
<b>РОЗДІЛ I МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА КОМПОНЕНТИ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЇХНЬОЇ ЗМІНИ</b>	
1.1. Загальні відомості про територію дослідження та авторські розробки у вирішенні поставленої проблеми.....	14
1.2 Покомпонентна оцінка стану природного середовища .....	19
1.2.1 Зміна фізичних характеристик ґрунтів під впливом антропогенних факторів та «Імовірнісна модель прийняття рішень».....	
1.2.2 Визначення антропогенного впливу на водні ресурси.....	
1.2.3 Забруднення повітряного басейну.....	
1.3 Методики визначення антропогенної перетвореності території, які використовуються в практиці .....	29
<b>РОЗДІЛ II АНТРОПОГЕННА ПЕРЕТВОРЕНІСТЬ БАСЕЙНУ р. ГУКІВ</b>	
2.1. Паралелі та дотичні при оцінці антропогенної перетвореності басейну річки Гуків.....	44
2.2. Антропогенна перетвореність басейну річки Гуків.....	47
2.3.Розробка методики пооб'єктного визначення антропогенного навантаження .....	49
2.4. Визначення інтенсивності антропогенного тиску на територію басейну річки Гуків та просторове поширення антропогенних ландшафтів .....	56
2.5. Переваги та недоліки у порівнянні методики за Гофманом-Шищенком та методики по об'єктного визначення антропогенного навантаження .....	58
<b>РОЗДІЛ III ПОЛІГОНАЛЬНА ТА ІЗОЛІНІЙНА МОДЕЛІ АНТРОПОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕРИТОРІЇ КЛІШКОВЕЦЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ</b>	
3.1. Сутність полігональної моделі зображення антропогенної трансформації на прикладі Клішковецької територіальної громади.....	61

3.2. Ізолінійна модель антропогенного тиску – переваги та недоліки використання...	63
3.3 Вивчення антропогенної трансформації природних компонентів у шкільній географії .....	64
<b>РОЗДІЛ IV ОСНОВНІ НАПРЯМКИ З ОЗДОРОВЛЕННЯ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ БАСЕЙНУ РІЧКИ</b>	
4.1. Використання елементів фітотехнологій.....	68
4.2. Підвищення екологічної надійності ставків та малих річок .....	69
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	72
<b>ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ</b> .....	77
<b>ДОДАТКИ</b> .....	81
<b>СПИСОК ЦИТОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	90

## ВСТУП

Протягом історії людина постійно адаптувала і змінювала природне середовище під свої потреби. У результаті таких перетворень у системі "суспільство-природа" сформувався новий важливий чинник – антропогенний вплив. Однією з основних суперечностей цієї системи є безмежність потреб розвитку людства при обмежених ресурсах біосфери. Під час екологічної взаємодії суспільства і природи постійно виникають суперечності, що потребують нових підходів і шляхів розв'язання. Всі ці процеси невідривно пов'язані з економічними, соціальними та політичними змінами, що робить необхідним реформування еколого-економічних систем і суспільних відносин.

Одними з факторів, які підсилили антропогенне навантаження на навколишнє середовище стали впровадження у виробництво нових джерел енергії, новітніх технологій та матеріалів. Цей вплив поєднує як позитивні так і негативні наслідки. Новітні технології дозволяють збільшити виробництво та краще задовольняти потреби суспільства в цілому, раціонально використовувати природні ресурси тощо. Проте, з розширенням масштабів і зростанням інтенсивності виробництва, експоненціальним збільшенням населення Землі і зростанням урбанізації, вплив виробничої діяльності на навколишнє середовище став перевищувати "допустимі навантаження" для природного середовища. [22]

Використання ГІС-технологій для автоматизації процесу розрахунку антропогенного тиску на басейни річок стало важливим кроком у розвитку екологічних досліджень і природоохоронної діяльності. Ці технології дозволяють більш точно й ефективно збирати, аналізувати та візуалізувати дані, що стосуються антропогенного тиску на навколишнє середовище, а також визначати екологічний стан басейнів річок.

Розрахунок антропогенного навантаження включає:

1. Збір та обробка даних: За допомогою ГІС можна збирати та обробляти дані про стан природних ресурсів, включаючи ландшафтні характеристики,

землекористування, забруднення води, і інші фактори, що визначають антропогенний вплив на річкові басейни.

2. Оцінка екологічного стану: ГІС дозволяють інтегрувати різноманітні екологічні показники (наприклад, якість води, стан флори і фауни, забруднення) для створення комплексної карти екологічного стану басейну.

3. Визначення показників антропогенного навантаження: На основі зібраних даних можна розраховувати індекси або коефіцієнти, що відображають ступінь антропогенного навантаження на річкову систему. Ці показники допомагають виявляти найбільш вразливі ділянки басейну та визначати пріоритетні напрямки природоохоронної діяльності.

4. Аналіз потенційного зростання господарського впливу: За допомогою прогнозування на основі ГІС можна оцінити, як зростання господарської діяльності в майбутньому може вплинути на екологічний стан басейну, що дозволяє заздалегідь вжити заходів для мінімізації негативних наслідків.

5. Природоохоронні заходи: Розроблені критерії антропогенного навантаження служать основою для формування природоохоронних стратегій. Наприклад, зменшення чи запобігання антропогенним впливам на природні ресурси через планування використання земель, водних ресурсів, впровадження екологічних технологій тощо.

Важливість критеріїв антропогенного навантаження:

1. Оцінка ризиків: Критерії антропогенного навантаження дозволяють оцінити рівень ризику для природних ресурсів і попередити можливі негативні наслідки для екології та економіки регіону.

2. Прогнозування та планування: Оскільки ці критерії враховують очікуване зростання господарського впливу, вони є основою для прогнозування змін екологічного стану річкових басейнів і розробки відповідних планів заходів.

3. Граничні норми: Визначення граничних норм антропогенного навантаження допомагає встановити межі, до яких може бути допустимий вплив на екосистему, не спричиняючи її деградації.



Приклад — басейн річки Гуків:

Для басейну річки Гуків було проведено апробацію цієї методики, що дозволила більш детально вивчити екологічний стан та антропогенне навантаження на цей річковий басейн. Завдяки використанню ГІС-технологій можна було створити картограми, які відображають рівень антропогенного впливу в різних частинах басейну, що допомогло визначити пріоритетні ділянки для екологічного оздоровлення та планування природоохоронних заходів.

Таким чином, інтеграція ГІС-технологій у розрахунок антропогенного навантаження на басейни річок значно підвищує ефективність моніторингу та управління водними ресурсами, забезпечуючи більш точне планування заходів для збереження екологічної рівноваги. Основними причинами погіршення ситуації з раціональним використанням водних ресурсів малих річок та їх охороною є високий рівень антропогенного впливу на заплави. Зокрема, це пов'язано з розміщенням на території водоохоронних зон і прибережно-захисних смуг різноманітних об'єктів виробництва та звалищ твердих побутових відходів. Крім того, серйозною проблемою є відсутність в населених пунктах, які розташовані вздовж берегів річок, належної каналізаційної мережі та ефективних очисних споруд. Іншим важливим чинником є розорювання заправ для сільськогосподарського виробництва. На сьогоднішній день система охорони малих річок полягає лише у введенні заборони на будь-яку господарську діяльність у заплавах зонах та застосуванні штрафних санкцій до промислових підприємств і громадян, які скидають забруднені води в річкову мережу. Однак такі заходи не дозволяють вирішити ані проблему ефективної охорони річок, ані ті складнощі, що виникають у зв'язку з умовами життя населення на прибережних територіях. [25].

#### **Актуальність дослідження.**

Зважаючи на сучасні технологічні можливості та високі вимоги суспільства до швидкого та точного отримання даних, проведення традиційних розрахунків вручну є неефективним. Тому автоматизація процесів розрахунку

стає важливою задачею, оскільки вона значно прискорює аналіз стану басейнів річок, дозволяючи приймати обґрунтовані рішення та впроваджувати ефективні заходи щодо зменшення антропогенного впливу на природне середовище.

Завдяки автоматизації та вдосконаленню методик, сучасна інформація про стан басейну малої річки може бути представлена як у табличному, так і в графічному вигляді. Це дозволяє наочно оцінити стан річок, а також проаналізувати вплив різних антропогенних факторів на території басейнів.

Для автоматизації оцінки антропогенного тиску на басейн малої річки необхідно виконати такі етапи:

- Забезпечити введення ключових даних;
- Формалізувати алгоритми для автоматичних розрахунків;
- Забезпечити реалізацію результатів розрахунків у зручному вигляді;
- Забезпечити візуалізацію результатів в ГІС системі, що дозволяє зручно презентувати отриману інформацію;
- Розробити програму оцінки антропогенної трансформації згідно обраної методики.

Заплави найбільше піддаються антропогенній трансформації і відповідно загострюється ситуація проблеми раціонального використання водних об'єктів і малих річок зокрема. Основні фактори, що сприяють цьому, включають розміщення звалищ та об'єктів виробництва в прибережно-захисних смугах та водоохоронних зонах, а також активне розорювання заплавл для сільськогосподарських потреб.

Малі річки та їх водозбірні басейни зазвичай зазнають найбільшого антропогенного навантаження через надмірне використання водних та земельних ресурсів. Велика частка земель, що підлягають обробці, порушення агротехніки обробітку ґрунтів та низький рівень лісистості водозборів сприяють ерозії ґрунтів. Це призводить до забруднення, замулення і заростання річок, що є основними чинниками дестабілізації екосистем.

Негативний вплив на стан річок має також забудова прибережних земель, особливо заплавлних територій. Це зменшує пропускну здатність річок, що в

свою чергу веде до підвищення рівня води під час повеней і паводків. У результаті виникає проблема додаткового захисту населених пунктів та прилеглих територій від підтоплень.

Господарська діяльність у населених пунктах, що розташовані на водотоках або їх водозбірних басейнах, також має значний вплив на стан малих річок. Згідно з даними обстежень, майже всі малі річки довжиною більше 10 км потребують робіт з очищення та поліпшення екологічного стану. Стан прибережних захисних смуг річок та водойм часто визначається як незадовільний і потребує покращення. Нерідко зустрічаються випадки несанкціонованих сміттєзвалищ, розорювання прибережних зон, миття транспорту тощо. [17]

Ще на початку 60-х років вважалося, що малі річки добре досліджені, стабільні та можуть стати важливими об'єктами для рибного господарства. Однак, з введенням численних ставів на річках, екологічна ситуація значно змінилася. Сьогодні біота малих річок переживає серйозні екологічні зміни, що підтверджують новітні наукові дослідження. [27].

Існує значний досвід у розробці методик по визначенню антропогенного тиску на територію, проте в умовах технічного розвитку суспільства, сучасна наука потребує нових методик у даному напрямі досліджень, котрі б збігались із новітнім рівнем інформативної забезпеченості людства. Тому розробка методики визначення рівня антропогенного навантаження на територію завжди залишається актуальною та перспективною.

Згідно з результатами обстежень, майже всі малі річки, довжина яких перевищує 10 км, потребують проведення робіт з очищення та покращення санітарного стану, а також з екологічного вдосконалення. Стан прибережних захисних смуг річок та водойм, як правило, оцінюється як незадовільний і потребує значного поліпшення. Спостерігаються численні випадки незаконного утворення сміттєзвалищ, розорювання земель у межах прибережних захисних смуг, миття транспортних засобів та іншої техніки в безпосередній близькості до водних об'єктів тощо. [17].

З'ясування регіональних закономірностей антропогенної перетвореності територій в різних частинах області дозволяє значною мірою оцінити ступінь напруженості екологічної ситуації і розробляти відповідні заходи щодо її покращення. [23].

**Об'єктом** нашого дослідження є територія басейну малої річки Гуків, що активно трансформується господарською діяльністю людини та природно-антропогенними процесами.

**Предметом** – антропогенна перетвореність території басейну річки Гуків, на якій проводиться апробація запропонованої методики визначення антропогенного навантаження за Щищенком та бально-зваженої методики антропогенного навантаження на Пд-Зх територію басейну р. Гуків, впровадження ГІС-засобів у вирішенні проблем раціонального використання водних ресурсів малих річок та території їх басейнів, автоматизація розрахунку антропогенного навантаження.

**Мета дослідження.** Головною метою дослідження є комплексний аналіз та оцінка антропогенного навантаження території басейну р. Гуків, створення методики визначення антропогенного перетворення території та визначення його інтенсивності на конкретній ділянці басейну р. Гуків а також її автоматизація. Важливим є також розробка рекомендацій щодо покращення екологічного стану досліджуваної території.

#### **Завдання роботи**

- ознайомитись з територією дослідження;
- ознайомитись з методиками визначення антропогенної перетвореності території;
- розробити шкалу антропогенного навантаження на територію відповідно до зростання антропогенного впливу конкретних одиниць природокористування на навколишнє середовище, зважаючи на особливості території;

- розробити картосхему інтенсивності антропогенного перетворення для різних частин басейну р Гуків та порівняти їхній екологічний стан;
- визначити ступінь антропогенної перетвореності річки Гуків;
- розробити полігональну та ізолінійну моделі антропогенного тиску на територію басейну річки Гуків;
- визначити актуальність вивчення теми антропогенного навантаження на басейн річки у шкільній програмі;
- розробити рекомендації щодо покращення екологічного стану на досліджуваній території.

**Структура** визначена метою та завданням дослідження, логікою викладення. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, що включають тринадцять підрозділів, висновків, списку використаної літератури і додатків.

## **РОЗДІЛ I Методики визначення техногенного навантаження на компоненти природного середовища та визначення рівня їхньої зміни**

### **1.1 Загальні відомості про територію дослідження та авторські розробки у вирішенні поставленої проблеми**

Кожна територія має свою історію розвитку, яка одночасно є історією заселення, освоєння та господарського розвитку [3]. Сучасні особливості природно-антропогенного басейну Гукова сформувалися під впливом історико-географічних умов, які визначали господарське освоєння території річки та її заплави. Найперші поселення виникали переважно на берегах річок завдяки наявності родючих земель, сприятливому клімату та зручному доступу до води. У басейні річки Гуків перші людські поселення були засновані на місці трьох сучасних сіл у Новоселицькому районі:

1) Біля села Топорівці знайдено залишки поселення часів раннього заліза (I тисячоліття до н.е.), а також два давньоруські поселення XII – XIII століття н.е. [20]

2) В околицях села Рідківці (Раранча) виявлено залишки давньоруського поселення. [20]

3) У межах сучасного села Бояни, на берегах річки Гуків, знайдено сліди трипільської культури (III тисячоліття до н.е.). Також у цьому районі знайдено залишки поселень раннього залізного віку (I тис. до н.е.) та черняхівської культури ранньослов'янських поселень по обидва боки річки Гуків [20].

Загальний екологічний стан повітряного басейну західного регіону почав зазнавати найкритичніших змін ще з 70-х рр минулого століття. Найбільше забруднення повітря у Західному регіоні України спостерігалось в містах Рівне та Чернівці, де концентрація сірчаного газу перевищувала середньодобові гранично допустимі концентрації (ГДК) на 0,03-1,1 мг/м<sup>3</sup>. Значний внесок у забруднення навколишнього середовища мали котельні, технічний стан і експлуатація яких залишалися важливим питанням для регіону. Щороку в

Західному регіоні України проводилися перевірки технічного стану автомобілів у рамках операції "Чисте повітря". Проте, незважаючи на збільшення кількості перевірок, ситуація суттєво не змінювалася, оскільки перевірки були вибірковими, кількість транспорту щорічно зростала, а технічно несправні автомобілі лише тимчасово виводили з експлуатації.

Центральні та регіональні органи влади обмежувалися лише виданням різних природоохоронних постанов і розпоряджень, створюючи враження "ефективної" роботи у сфері захисту атмосферного повітря. У 1970–80-х роках антропогенне навантаження на повітряний басейн Західної України залишалося значним, а гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин перевищувалися у кілька разів у кожній області. Зусилля щодо поліпшення стану повітря мали лише незначний ефект і не приводили до відчутних змін.

Заходи командно-адміністративної системи, спрямовані на зменшення забруднення повітря стаціонарними та мобільними джерелами, не дали очікуваних результатів. Країна, яка перебувала в умовах екологічно-економічної кризи, на всіх рівнях влади не мала зацікавленості у скороченні викидів від автотранспорту та підприємств, а технічний рівень значно поступався європейським стандартам. Ефективні заходи для забезпечення чистоти повітря, що мали б проводитися спільно з усіма господарськими установами, так і не були розроблені, а замість цього застосовувалися епізодично. Таким чином, проблема захисту повітряного простору від стаціонарних і мобільних джерел забруднення залишилася невирішеною, поглиблюючись і загострюючись з кожним роком. До кінця 1960-х років у Західному регіоні України, який входив до складу СРСР, питаннями захисту атмосферного повітря не займалася жодна державна структура. Не існувало статистичних даних про промислові викиди в атмосферу, не велося обліку забруднення повітря автотранспортом, впливу шуму, вібрацій і магнітних полів. Центральні відомства та місцеві філії усувалися від вирішення цих питань. Ухвали центральної влади часто ігнорувалися на місцевому рівні через відсутність персональної відповідальності й дієвої системи покарання.

Нехтування командно-адміністративної системи природоохоронними заходами завдало СРСР значних фінансових збитків, що перевищували вкладені кошти. Зокрема, збитки, спричинені забрудненням повітря промисловими підприємствами, становили близько 8 млрд карбованців. Отже, захист повітряного басейну залишався нерозв'язаною проблемою у 1970–1980-х роках.

На кінець 1980-х років кризовий стан охорони атмосферного повітря охопив усі області Західної України. Державна політика в галузі охорони повітря була непослідовною: з одного боку, виділялися кошти на поліпшення стану атмосфери, а з іншого — міністерства знижували обсяги цих капіталовкладень. Через це реальні дії не торкалися керівників автогосподарств і Державтоінспекції. За результатами замірів, у 65% міських та міжміських автобусів і таксі рівень окремих мікрокліматичних компонентів значно перевищував ГДК.

Отже, антропогенне навантаження на повітряний басейн Західного регіону було спричинене значними викидами від стаціонарних і нестаціонарних джерел, неефективною роботою пилогазоочисних споруд та низькою ефективністю операцій "Чисте повітря". Це призвело до критичної ситуації у сфері охорони повітря в регіоні. Для поліпшення стану атмосфери необхідно було замінювати застаріле пилогазоочисне обладнання, переводити котельні на газ, будувати малопотужні економні котельні, нормувати викиди для малих підприємств та видавати їм відповідну документацію (дозволи, ліміти); запровадити екологічні талони для автотранспорту, налагодити виготовлення нейтралізаторів для двигунів внутрішнього згорання та розробити стандарти на вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах дизельних автомобілів.

Однак реалізація цих заходів залежала від державної політики та значних фінансових вкладень, що вимагало залучення іноземного капіталу й інвестицій. Відсутність сучасних технологій, застаріла техніка, нестача пилогазоочисного обладнання та кваліфікованих кадрів, а також інші соціально-економічні фактори призвели до значного погіршення стану повітряного середовища, що є необхідним для життя людини й інших живих організмів. Охорона



атмосферного повітря, як і всього навколишнього середовища, на сучасному етапі розвитку держави вимагає комплексних підходів, політичних і соціально-економічних заходів, зокрема у галузях, що безпосередньо впливають на стан довкілля.

При вивченні стану природокористування нами використано басейновий підхід [15], оскільки він має ряд переваг: зручність та об'єктивність виділення меж, чітка визначеність взаємозв'язків морфологічної, ландшафтної та інших структур.

Наше дослідження ґрунтується на методиці, запропонованій Шищенком П.Г. [29]. Для того аби детальніше дослідити антропогенний вплив ми дослідили типи використання земель.

Для визначення площ природокористувань в процесі написання роботи, нами була використана комп'ютерна програма, написана авторами в середовищі *Delphi 7* (рис 1). Дана версія програми рахує задану площу на бітовому зображенні і видає результат у відсотках до рахованої площі [12].

Принцип роботи програми ґрунтується на підрахунку кількості пікселів однакових значень RGB. Дана програма може бути використана для підрахунку площ на будь-яких картах для різноманітних цілей тощо.

Деградаційні процеси, що охопили земельні угіддя та саму малу річку зумовлені неправильним веденням господарства (розташування городів безпосередньо на заплаві), активним розвитком водної ерозії, попаданням її продуктів у русла річок, що зумовлює їх замулення та забруднення. Розорювання заплави викликало руйнування берегів річок та погіршення якості води. Високе поселенське навантаження у басейні (115чол/км<sup>2</sup>) призводить до забруднення природного середовища річкового басейну (складування побутових відходів). Додаткове навантаження на заплавно-русловий комплекс, порушення руслового режиму створює прокладання транспортних шляхів, будівництво ставків, мостів, берегоукріплень, обвалування русел [20].

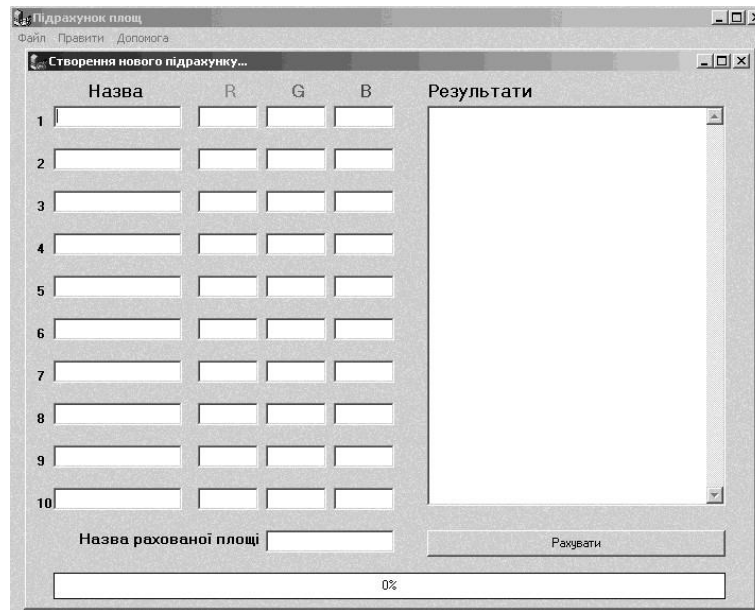


Рис. 1. Вигляд вікна програми для підрахунку площ видів природокористування

Антропогенні процеси порушують стабільну рівновагу в ландшафтних комплексах, спричиняючи утворення нових взаємозв'язків між їхніми компонентами. Це веде до формування нової природно-генетичної системи, що набуває рівноваги й адаптується до виконання завдань раціонального природокористування, для яких вона була створена. У такій системі, яка водночас розвивається під впливом природних законів і цілеспрямованого людського втручання, виникають нові процеси, що належать до антропогенних і природно-антропогенних груп. Однак людина повинна постійно контролювати й коригувати створені нею процеси, щоб запобігти виникненню небажаних побічних ефектів, а якщо вони вже з'являються — знижувати їхній негативний вплив. Дослідження свідчать, що сучасний антропогенний вплив на область посилює негативні наслідки для довкілля, рослинного і тваринного світу, а також для здоров'я людей, що сприяє виникненню техногенних гідрогеохімічних аномалій із високою концентрацією токсичних і канцерогенних речовин. Такі аномалії найчастіше з'являються в басейнах малих річок поблизу промислових зон і вздовж транспортних шляхів, яких в області доволі багато. Отже, басейн малої річки стає своєрідним індикатором природних умов і екологічного стану не лише свого водозбору, а й прилеглих

територій. Дослідження антропогенних змін у басейнах малих річок проводиться з урахуванням основних видів антропогенного навантаження: сільськогосподарського, промислового, транспортного, меліоративного, радіаційного, рекреаційного, та інших. У межах басейнів виділяють такі основні джерела антропогенних змін і, відповідно, забруднювачів: 1) машинобудування і металообробка; 2) транспортні підприємства; 3) легка промисловість; 4) будівництво; 5) лісова та деревообробна промисловість; 6) харчова промисловість; 7) нафтохімічна; 8) комунальне господарство; 9) сільське господарство; 10) добувна промисловість.

Для картографічного аналізу використовують топографічні карти масштабу 1:100000 і 1:50000, а також карти внутрішньогосподарського використання, ґрунтового покриття, аерофотознімки і космічні зображення. На кожній ділянці басейну проводяться вимірювання та аналізуються зміни в структурі річкового басейну за певний період, зокрема змін площ боліт, лісів, озер, водотоків, сільськогосподарських угідь, забудованих територій, автомобільних доріг, меліоративних каналів тощо.

Відношення природних площ до змінених антропогенними чинниками територій є показником антропогенних змін у басейнах малих річок. Сучасні риси антропогенно змінених басейнів малих річок (АБМР) області обумовлені історико-географічними особливостями господарського освоєння річок та їх заплавл. Відомо, що на початку ХХ століття багато малих річок були зарегульовані, а масштабні осушувальні роботи 1965–1985 років сприяли значним антропогенним перетворенням цих басейнів.[19].

## **1.2 Покомпонентна оцінка стану природного середовища**

Басейни річок піддаються значному антропогенному впливу через господарську діяльність, що відбивається на їхньому стані. Потреба у водних ресурсах річок невідпинно зростає, і це впливає на кількісні та якісні показники води, адже річки одночасно служать джерелами водопостачання і приймачами стічних вод. Малі річки особливо вразливі до антропогенного впливу, що

виражається у розорюванні водозборів, надмірній засадженості просапними культурами, меліорації та недостатньому рівні лісистості. Це підсилює ерозійні процеси, що, у свою чергу, спричиняє замулення й забруднення річок, змінює водно-фізичні властивості ґрунтів, тепловий та водний баланси, порушує зв'язки між поверхневими та підземними водами, а також змінює умови формування стоку.

До того ж, упродовж останніх років спостерігається активне використання берегів і заплав річок для дачного будівництва, садівництва й городництва, що також ускладнює ситуацію. Басейн річки виступає індикатором екологічного стану навколишнього середовища, що формується під впливом природних геологічних, геоморфологічних, гідрологічних, кліматичних, ґрунтово-рослинних та інших чинників у просторі та часі. [7].

### **1.2.1 Зміна фізичних характеристик ґрунтів під впливом антропогенних факторів та «Імовірнісна модель прийняття рішень»**

Проблема антропогенного навантаження на ґрунти є сьогодні дуже важливою. Одним із значущих аспектів такого впливу є інтенсивне ведення сільського господарства. Вплив сільськогосподарської діяльності на ґрунти проявляється у кількох аспектах:

1. Ущільнення ґрунту внаслідок використання сільськогосподарської техніки;
2. Руйнування структури ґрунту через різні методи оранки та культивування;
3. Вплив поливу на водний режим ґрунту, зміну співвідношення водної та газової фаз, рівень ґрунтових вод і засолення;
4. Ущільнення ґрунтів через випас худоби;
5. Зміна хімічного складу та структури ґрунту під дією добрив і хімічних речовин, що використовуються у сільському господарстві, вплив на склад ґрунтової біоти.

Проведені теоретичні та експериментальні дослідження показали, як багаторазовий прохід колісних тракторів та іншої техніки змінює напружено-деформований стан ґрунту, його щільність. Сільськогосподарська техніка не

лише прямо змінює фізичні властивості ґрунту через його ущільнення, але й має непрямий вплив. Значну проблему в цьому контексті становить передпосівна обробка ґрунту. Процес теплообміну в ґрунті визначається в першу чергу її теплофізичними властивостями: теплоємність, тепло- і температуропроводності. При окультуренні освоєних ґрунтів, у міру збільшення в орному горизонті содержания гумусу, загальної пористості, зменшення щільності складання відбувається зміна теплофізичних показників у бік їх зниження. Тепло - і температуропроводності орного горизонту високоокультуреної (гумусу близько 4,5%, щільність 1,07-1,10 г/см<sup>3</sup>) ґрунту при оптимальному зволоженні в 1,8 рази нижче освоєної.

Глибоке (на 50-60 см) розпушування підорного горизонтів ґрунтів сприяє зниженню теплопровідності в зоні розпушування всередньому в 1,5 разів, температуропроводності - в 1,3 рази, об'ємної теплоємності - в 1,1 разів у порівнянні з контролем.

ґрунти в долинних ландшафтах Хотинської височини представлені лучними та лучно-чорноземними відмінами на давніх алювіальних та делювіальних відкладах з різними ступенями нами тості та еродованості. [24].

В практиці використання детермінованої моделі виникає невизначеність в оцінці окремих параметрів при наявній множині вимірювань. В таких випадках окремі вимірювання можуть попадати в різні інтервали, що визначені кількісною шкалою. Для множини вимірювань пропонується зробити оцінки на основі побудови гістограм. Така гістограма визначає статистичні імовірності кожного інтервалу вимірювань.

Нехай якісна шкала k-го показника визначається на основі множини вимірювань. Тоді можна побудувати гістограму статистичного розподілу імовірності логічних альтернатив якісних станів:

$$p_j^k = \{ p_j | f \in [\lambda_j^k; \lambda_{j-1}^k] \}, \quad (1)$$

тобто імовірності того, що значення показника попадає в заданий інтервал  $[\lambda_j^k; \lambda_{j-1}^k]$  і приймає відповідне значення  $U_j^k$  якісної шкали.

В разі імовірнісного задання значень якісної шкали  $U_j^k$ , якість кожного показника визначається як мінімальне значення на основі порівняння елементів функції корисностей-ризиків поточного значення математичного сподівання показника:

$$M[p_j \varphi_k(u_j)] = \sum_{j=1}^5 p_j \varphi_k(u_j) \quad (2)$$

зі значенням функції  $X_k$  на множині  $U$

$$U^* = \arg \min_{u_j \in U} |M[p_j \varphi_k(u_j)] - \varphi_k(u_j)| \quad (3)$$

При цьому оцінка узагальнених критеріїв ризику-корисностей (4) та ризику (5) розраховується за формулами, що зважують величини окремих показників підсистеми:

$$H = \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^n \frac{p_j^k \alpha_k \varphi(u_j)}{\sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^n p_j^k \alpha_k} \quad (4)$$

$$H^{(-)} = \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^{n_k} \frac{p_j^k \alpha_k \varphi^{(-)}(u_j)}{\sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^{n_k} p_j^k \alpha_k} \quad (5)$$

де у формулах (4) – (5)  $n$  – кількість наявних показників з позитивними і негативними значеннями формалізованих функцій;  $n_k$  – кількість показників з негативними значеннями функцій ризиків;  $\alpha_k$  – ваговий коефіцієнт  $k$ -го показника, який відображає важливість останнього залежно від природно-сільськогосподарської зони і провінції (табл. 1).

Таблиця 1

Вагові коефіцієнти  $\alpha_k$  окремих показників

Зона, область, провінція	Для показників:					
	f1	f2	f3	f4	f5	f6
Карпатська гірська область	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Кримська гірська область	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1
Зона Полісся	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
Зона Лісостепу – провінція	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2

Лісостепова Західна						
Зона Лісостепу – провінція Лісостепова Правобережна	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2
Зона Лісостепу – провінція Лісостепова Лівобережна	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Зона Степу – провінція Степова Правобережна	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
Зона Степу – провінція Степова Лівобережна	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2
Зона Степова Посушлива	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1

Очевидно, що імовірнісний підхід узагальнює детерміновану модель прийняття рішень, оскільки при певному  $p_j^k = 1$ ,  $p_l^k = 0, l \neq j$ , формули (5-6) співпадають з відповідними формулами.

Якісна класифікація загального стану використання земель в басейні ріки (стану підсистеми „Використання земель”) визначається множиною логічних альтернатив  $L_i \in L$  (стан: „добрий”, „близький до норми”, „задовільний”, „незадовільний”, „вкрай незадовільний”). Вона проводиться за двома критеріями, що виражають середньозважену функцію ризику – корисностей сукупності показників (4) та зважену функцію ризику цих показників (5).

Крім якісної оцінки, кількісну оцінку стану всієї підсистеми на множині альтернатив  $L_i$  визначають на підставі логічної функції міри  $\varphi(L_i)$ , а саме:

$$\varphi(L_i) = \begin{cases} 3, & \text{якщо } L_i = L_1, \\ 1, & \text{якщо } L_i = L_2; \\ -1, & \text{якщо } L_i = L_3; \\ -3, & \text{якщо } L_i = L_4, \\ -4, & \text{якщо } L_i = L_5, \end{cases} \quad (6)$$

Модель прийняття рішень в умовах невизначеності. Розглянемо прийняття рішень в підсистемі використання земель, якщо деякі якісні характеристики являються „розмитими”, по своїй природі, що призводить до необхідності розробки і застосування для такого типу задач спеціального апарату, що одержав назву „нечітких” множин. Так, деякі вхідні величини

(лісистість, сільськогосподарська освоєність, розораність та ін.) можна розглядати в нечіткому представленні із-за складності їх безпосереднього визначення. Це призводить до відсутності чітко визначених меж для цих показників. Нечіткість виникає у випадках, коли фізичні обмеження  $\lambda_j^k$ , що визначають інтервал допусків, являються самі по собі розмитими або нечітко визначеними. Нечіткість фізичних обмежень  $q \in [\lambda_j^k; \lambda_{j+1}^k]$  фактично призводить до нечіткості визначення якісної шкали  $u \in U$ . Формалізуємо задачу прийняття рішень в підсистемі в термінах нечітких множин.

Нечітка множина  $A$  на елементах  $u$  визначається заданням відображення  $\mu_A(u)$  елементів  $u \in U$  в інтервал  $[0; 1]$ . При цьому  $\mu_A(u)$  називається функцією приналежності елемента  $u$  нечіткій множині  $A$ , що характеризує ступінь істинності події  $\{u \in A\}$ , а множина  $A$  записується у вигляді:

$$A = \{u, \mu_A(u)\}_{u \in U} \quad (7)$$

При незначній множині вимірювань, коли неможливо побудувати гістограму, орган управління має „нечіткі” знання стану кожного вимірюваного показника. В таких випадках ситуації прийняття рішень необхідно використовувати нечіткі множини.

Нехай тепер для кожного  $k$ -го показника введена деяка нечітка множина  $A_k$ , що характеризує нечіткі межі даного показника, тобто приналежність даного показника до тієї чи іншої альтернативи. Нечіткі множини  $A_k$

$$A_k = \{U, \mu_{A_k}(U)\}_{U \in U, k=1, \dots, n} \quad (8)$$

задають міру того, що значення показника попадає в заданий інтервал  $[\lambda_j^k; \lambda_{j+1}^k]$  і приймає відповідне значення  $U_j^k$  якісної шкали, тобто: приналежність  $k$ -го показника до того чи іншого інтервалу визначається поточним значенням мір:

$$\mu_{A_k}(U_1) = \mu_1^k, \dots, \mu_{A_k}(U_j) = \mu_j^k, \dots, \mu_{A_k}(U_5) = \mu_5^k. \quad (9)$$

Детерміноване значення стану  $k$ -го показника знаходять як найближче до математичного сподівання міри даного показника:



$$U = \arg \min_{j=1..5} \left| \frac{\sum_{j=1}^5 \mu_j^k \varphi_k(U_j^k)}{\sum \mu_i^k} - \varphi_k(U_j^k) \right| \quad (10)$$

Функції ризику-корисностей (11) та ризиків (12) можна задати відповідно у вигляді:

$$H_i = \sum_{j=1}^s \sum_{k=1}^n \frac{\mu_j^k \alpha_k \varphi(U)}{\sum_{j=1}^s \sum_{k=1}^n \mu_j^k \alpha_k} \quad (11)$$

$$H_i^{(-)} = \sum_{j=1}^s \sum_{k=1}^n \frac{\mu_j^k \alpha_k \varphi^{(-)}(U)}{\sum_{j=1}^s \sum_{k=1}^n \mu_j^k \alpha_k} \quad (12)$$

Приклад розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейну р. Бебра по підсистемі „Використання земель”.

Таблиця 2

Результати вимірювань окремих показників по підсистемі „Використання земель”.

№ Експерименту	Показники					
	Лісистість, %	Природний стан, %	Сільгосп - освоєність, %	Розораність, %	Урбанізація, %	Еродованість
1	5,3	23,2	86,8	71	2,3	15
2	5,5	25,2	84,4	73,3	4	16,2
3	7,2	25	82,6	64,9	3,4	11,9
4	7,4	27,4	81,1	77,1	4,1	13,4
5	5,8	28,2	83,4	64,2	3,6	11,5

Тоді матриця імовірностей попадання кожного показника в заданий інтервал  $[\lambda_j^k; \lambda_{j+1}^k]$  має вигляд:

Таблиця 3

Матриця статистичних ймовірностей логічних альтернатив якісних станів.

Показники	Рівень використання земель за критеріями				
	значний	вище норми	близький до норми	низький	дуже низький
f1	3/5	2/5	0	0	0
f2	1/5	4/5	0	0	0
f3	1/5	4/5	0	0	0
f4	2/5	3/5	0	0	0
f5	0	0	1/5	3/5	1/5
f6	3/5	2/5	0	0	0

За формулами (11) та (12) обчислюємо значення спільного впливу всіх показників в підсистемі на її стан з урахуванням вагових коефіцієнтів, визначених для кожного показника відповідно до Степової Лівобережної провінції.

Отримана величина функції ризиків  $H_i^{(-)} = -1,54$  відповідає нерівності  $-3 \leq H_i^{(-)} \leq 1,1$ , тоді як функція ризиків-корисності приймає значення  $H_i = -1,06$ , що задовольняє нерівність  $-3 \leq H_i \leq -1$ .

Отже, стан підсистеми „Використання земель” за сукупністю показників визначається як «незадовільний». Знаходимо міру підсистеми „Використання земель” за формулою (6), її числове значення становить  $\varphi(L_d) = -3$ . [14].

### 1.2.2 Визначення антропогенного впливу на водні ресурси

Антропогенне навантаження на водні об’єкти не змінно зростає, навіть при скороченні обсягів використаної води. Найбільше це стосується поверхневих вод, особливо в регіонах із потужними промисловими та сільськогосподарськими комплексами, де забруднення, виснаження і деградація водних об’єктів стають серйозними проблемами. Зростає концентрація

нафтопродуктів, мінеральних солей тощо, що суттєво погіршує якість води. Це негативно впливає на питне водопостачання, викликає загибель риб та ускладнює рекреаційне використання водойм. Інтенсивна хімізація сільського господарства, осушення земель, розорювання заплавл, розвиток промисловості та міст суттєво змінюють водні екосистеми. Природні ландшафти стають менш стійкими, порушується екологічна рівновага, а якість поверхневих вод знижується. Річки втрачають свою природну здатність до самоочищення, що призводить до зниження біорізноманіття, засолення ґрунтів і зменшення врожайності сільськогосподарських культур. У тваринництві продуктивність худоби, напуваної забрудненою водою, падає на 40-70%, а рибне господарство зазнає значних збитків через погіршення якості риби і втрату молодих особин. Ключовим показником якості води є вміст біогенних речовин, як-от сполуки азоту (амоній, нітрити, нітрати) та фосфор. Основними джерелами цих речовин у річкових водах є стічні води від комунальних та промислових підприємств, поверхневий стік із водозборів, особливо сільськогосподарських угідь, та атмосферні опади. Наявність у воді нітритів у значній кількості є ознакою фекального забруднення, а також потенційної токсичності та канцерогенності, оскільки нітрити можуть трансформуватися в нітросоаміни – канцерогенні речовини. Амоній у воді здебільшого зустрічається в невеликих кількостях, але його підвищений вміст у місцях скиду стічних вод свідчить про анаеробні умови і погану якість води. Нітрати переважно надходять із ґрунтових шарів, де вони накопичуються як внаслідок природних процесів, так і через використання азотних добрив. Фосфати потрапляють у воду через комунальні стоки, які містять поліфосфати з миючих засобів, а також із сільськогосподарських угідь, де використовуються фосфатні добрива. [18].

Стічні води комплексів являють собою складні гетерогенні системи, забруднення яких знаходяться в розчиненому, нерозчиненому та колоїдному стані. В їх склад входять органічні, мінеральні та біологічні забруднення. Розрахунок забруднення малої ріки за рахунок стічних вод комплексів у літній період 95% забезпеченості можна розрахувати користуючись залежністю.

$$C_n = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} S_i M_i C_3 R_{t,n} + S_n M_n C_3}{Q_n} \quad (13)$$

де  $C_n$  – забруднення ріки в розрахунковому створі за рахунок комплексів, г/м<sup>3</sup>;  $S_i$  – площа забруднення, що відповідає розрахунковому (і-му) створу, км. кв.;  $S_n$  – площа забруднення, що відповідає розрахунковому (n-му) створу, км.кв.  $M_i, M_n$  – модулі стоку, що відносяться до і-го та n-ного створу, л\*км.кв./с.;  $C_3$  – концентрація забруднюючих добавок в дренажному стоці, г/м. куб.  $R_{t,n}$  – коефіцієнт редуції, що відноситься до розрахункового створу.  $Q_n$  – розрахунок води в розрахунковому створі, м.кв./с. [28].

Дослідження якості водного середовища і донних відкладень проводяться стандартними методами за наступними параметрами: солоність, загальна мінералізація, розчинений кисень, БСК5, рН, зважені речовини, перманганатна окислювальність, розчинені мінеральні і органічні сполуки азоту та фосфору, кремній.

Аналіз і обробку отриманого матеріалу проводять за допомогою оригінального пакету прикладних програм BASEeco на базі Surfer 7.0. Для оцінки антропогенного навантаження на гирлову область Дунаю були використані розрахунки модуля водного стоку (q), коефіцієнта експорту БР зводозбірної площі (КЕБр) і антропогенної складової біогенного стоку (АБР) [2].

### 1.2.3 Забруднення повітряного басейну

Особливу занепокоєність вчених і широкої громадськості викликає забруднення повітряного басейну. Інформація щодо рівня забрудненості атмосферного повітря викидами шкідливих речовин агрегується Держкомстатом України (звіт за формою № 2 — ТП-повітря).

За даними статистичної звітності розраховуються показники, які досить докладно характеризують: 1) джерела забруднення атмосфери; 2) викиди шкідливих речовин в атмосферу; 3) заходи з охорони повітряного басейну.

Основними антропогенними джерелами забруднення атмосферного повітря шкідливими речовинами є організовані стаціонарні джерела (49,5 %), пересувні засоби (29,8 %), неорганізовані стаціонарні джерела (6,1 %) та очисні споруди (14,6 %).

З 1985 р. спостерігається тенденція зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря: в 1999 р. порівняно з 1985 р. сумарний обсяг викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря скоротився в 3,2 рази, в т. ч. від стаціонарних джерел — майже втричі, пересувних — майже в 4 рази. Загальний обсяг викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря в Україні в 1999 р. становив 5863 тис. т, з них від стаціонарних — 70,2 %, від пересувних — 29,8 % [11].

### **1.3 Методики визначення антропогенної перетвореності території, які використовуються в практиці**

Під антропогенною перетвореністю геосистем розуміють змінність її структурних та динамічних особливостей у результаті функціонального використання. Вивченням цього питання займалося велика кількість вчених - географів, ґрунтознавців, ландшафтознавців, біологів, гідрологів і екологів. Основні підходи, методи аналізу антропогенного навантаження, антропогенної перетвореності розроблялися та поглиблювалися в працях Мількова Ф. М., Ісаченка А. Г., Шищенка П. Г., Гофмана К. Л., Гродзинського М. Д., Денисика Г. Л., Малишевої Л. Л., Мединського Л. Л., Наливайко Л. Т. та інших науковців. Кількісні методи оцінки ступеня антропогенної перетвореності геосистем, що враховують структуру земельних угідь у межах геосистем, розробили Ф. М. Мільков (1973), П. Г. Шищенко (1988), С. П. Романчук (1981) та М. Д. Гродзинський (1995) [23].

Існує значний досвід у вирішенні проблеми з оцінки антропогенного перетворення, але ще й досі немає одного єдиного підходу для кількісного вираження антропогенного тиску. Екологічний стан річкових басейнів України, зокрема в 1990-х роках, погіршився через посилене антропогенне

навантаження. Саме це спричинило активне вивчення та розробку методичних підходів до оцінки впливу антропогенних факторів на водні ресурси. Вагомий внесок у дослідження антропогенних змін у річкових басейнах зробили вчені Й. В. Гриб, О. М. Клименко, А. В. Яцик та В. В. Мороков. Значну увагу питанням антропогенного навантаження на річковий стік і заплавно-руслний комплекс приділили К. М. Беркович, П. В. Вишневський, І. П. Ковальчук та І. А. Шикломанов, хоча здебільшого їхні роботи стосуються великих і середніх річок.

Комплексна оцінка геоекологічного стану малих річок викликає значний науковий інтерес. Методичні підходи до оцінки малих річок розроблені в роботах З. В. Тімченка, І. Я. Мисковця, а також в дослідженнях екологічного стану басейну річки Горинь (І. І. Статник) і басейну Західного Бугу (М. О. Клименко, О. А. Ліхо, Н. М. Вознюк). У роботах, опублікованих до 2006 року, дослідження проводилися на основі побасейнових оглядів малих річок.

З 2007 року з'являються нові дослідження, зокрема басейнів малих річок Вижівка (М. М. Мельнійчук, Н. В. Чир) і Студянка (І. М. Нетробчук, М. В. Боярин). У практиці оцінки екологічного стану річкових басейнів використовується ряд методик, серед яких найвідоміші розробки А. В. Яцика, Й. В. Гриба і К. Г. Гофмана. Для оцінки екологічного стану басейнів малих річок методика М. О. Клименка і О. А. Ліхо передбачає аналіз показників у трьох блоках: «використання водних ресурсів», «використання земельних ресурсів» і «техногенне навантаження».

Методика О. А. Ліхо та І. А. Бондарчука використовує комплексний показник антропогенного навантаження (КПАН) для визначення екологічного стану басейну. Цей підхід дозволяє також оцінювати окремі блоки показників за ваговими коефіцієнтами, що враховують вклад кожного фактора у формування екологічної ситуації. У розвиток цієї методики пропонується новий

підхід, що враховує складну екосистемну структуру річкового басейну, яка включає водоток, заплаву і водозбірну площу.



Рис. 2 Схема взаємозв'язків підсистем в системі «Мала річка».

Для оцінки екологічного стану показники, що описують стан різних підсистем, об'єднуються у два основні блоки (підсистеми): «водна і заплавна» та «водозбірна площа» (див. таблицю 1). Важливу роль у формуванні поверхневого стоку відіграє наявність і характеристика надзаплавних терас у межах річкового басейну. Однак чітко визначити їх вплив на процеси в басейні досить складно. Для спрощення оцінки екологічного стану надзаплавні тераси включені до підсистеми «водозбірна площа».

Таблиця 4

Показники, що характеризують підсистеми басейну річки		
Блоки показників (підсистеми)	Показники	
Водна і заплавна	1.	Індекс фітоіндикації
	2.	Екологічна значимість заплави
	3.	Клас якості води
	4.	Надходження стічних вод, %
Водозбірна площа	5.	Лісистість, %
	6.	Розораність, %
	7.	Осушувані землі, %
	8.	Радіаційне забруднення, Кі/км <sup>2</sup>

До показників «водної і заплавної» підсистем нами включені: індекс фітоіндикації, екологічна значимість заплави, клас якості води, надходження стічних вод. Індекс фітоіндикації враховує гідрологічні та гідрофізичні характеристики, які створюють сприятливі або несприятливі умови для

існування вищої водної рослинності (ВВР), для якої притаманна низька специфічність реакції на забруднення, що дозволяє визначити інтегральну токсичність середовища незалежно від джерела та складу стічних вод. Рослинність водойм виконує ряд функцій у процесах самоочищення водойм: фільтраційну, поглинальну, накопичувальну, окислювальну та функцію детоксикації.

На думку Дідуха Я. П. та Плюти П. Г., для екологічних досліджень і експертиз фітоіндикація має три ключові ознаки: чутливість, візуальність і емерджентність змін рослинного покриву. Ці характеристики властиві вищим водним рослинам і їх угрупованням, що робить їх зручними для оцінки стану екосистеми. Найпростішим підходом до такої оцінки є аналіз видової різноманітності та присутності видів, чутливих до забруднення.

Значення індексу фітоіндикації ( $I_f$ ) залежить від рівня видової різноманітності, наявності чутливих видів і прозорості води, а його ефективність визначається за обраними характеристиками ділянок дослідження. Підвищення індексу свідчить про погіршення якості води та стану водного середовища. Оцінка стану водного середовища за значенням індексу має такий вигляд: при  $I_f < 3,0$  стан водного середовища вважається добрим; від 3,0 до 8,0 – задовільним; від 8,1 до 11,0 – перехідним; від 11,1 до 15,0 – поганим; при  $I_f > 15,1$  – дуже поганим.

Заплава є важливим компонентом річкової екосистеми. Її стан впливає на хімічний склад води, гідрологічний режим, видовий склад фауни, біопродуктивність та захист річкових екосистем. У період водопілля заплава забезпечує обмін речовинами та енергією між руслом річки та суходолом, відіграючи ключову роль у підтримці екологічної рівноваги річкової системи. Заплава сприяє очищенню води, відновленню річкової іхтіофауни, забезпечує живлення річки у меженний період. Стан заплави характеризує коефіцієнт розвитку заплави для окремих ділянок річки ( $K_{запл}$ ). В залежності від його значення всі річки поділяють на три групи:  $K_{запл} > 5,0$  – річки з високою



екологічною значимістю розвитку заплави;  $2,0 < K \text{ запл.} < 5,0$  – річки з середньою екологічною значимістю розвитку заплави;  $K \text{ запл.} < 2,0$  - річки з низькою екологічною значимістю розвитку заплави (як правило зарегульовані річки). Клас якості води у річці встановлюється на підставі визначення комплексного екологічного індексу, який враховує три блоки показників: сольового складу, трофо-сапробіологічний та токсичний. В залежності від цього можливо встановити рівень антропогенного навантаження та екологічний стан водного середовища. Блок «водозбірна підсистема» включає наступні показники: лісистість, розораність, осушувальні землі, радіаційне забруднення. Показники лісистості і розораності відображають рівень перетвореності ландшафтно-територіальної структури басейну річки. Оптимальні значення цих показників встановлені згідно «Методичного керівництва по розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану малих річок України, НТД 33-475 9129-03-04-92». Згідно «Методичних рекомендацій з обліку впливу господарської діяльності на стік малих річок під час гідрологічних розрахунків для водогосподарського проектування» вплив осушення на зміну річного і сезонного стоку в басейнах малих річок для зони Полісся України стає відчутним, коли частка осушуваних земель досягає 5 - 7% від площі басейну. За даними М.Т. Ободовського (1991) на ріках Українського Полісся вплив осушення чітко починає проявлятися, якщо площа осушуваних земель перевищує 20% площі водозбору. Екологічний стан басейну малої річки встановлюється за комплексним показником екологічного стану (КПЕС), який визначається за формулою:

$$K_{ПЕС} = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_i \cdot \delta_i}{\sum_{i=1}^n \tau_i} \quad (14)$$

де:  $\tau_i$ , - вагові коефіцієнти для показників, що обумовлюють екологічний стан басейну річки;  $\delta_i$  – чисельні значення індексу для визначення КПЕС.

Для оцінки екологічного стану басейнів малих річок за КПЕС розроблена опорна таблиця для зони Полісся України. В залежності від значень КПЕС,

басейн малої річки за екологічним станом може бути віднесений до однієї з категорій: майже непорушений, слабо порушений, середньо порушений, порушений, дуже порушений. [31].

Гофманом К. Г. було запропоновано індекс антропогенної перетвореності для оцінки трансформації господарств наступну  $U_{am}$  [2], який є добутком рангу антропогенної перетвореності цієї території на частку цієї території у загальній земельній площі регіону, а саме:

$$U_{am} = r_{am} \times g. \quad (15)$$

Регіональний індекс антропогенної перетвореності ( $U_{ap}$ ) складається із суми індексів антропогенної перетвореності територій, які виділені в цьому регіоні:

$$U_{ap} = \sum U_{am}. \quad (16)$$

Шищенко П.Г. додатково для врахування глибини антропогенної перетвореності кожного виду природокористування в сумарній перетвореності запропонував наступну формулу [29]:

$$K_{an} = \frac{\sum_{i=1}^n (r_i \times P_i \times q_i)}{100}. \quad (17)$$

$K_{an}$  – коефіцієнт антропогенної перетвореності,  $r_i$  – ранг антропогенної перетвореності території  $i$ -м видом природокористування,  $P_i$  – площа рангу, у %,  $q_i$  – індекс глибини перетвореності території,  $n$  – кількість видів природокористування в межах досліджуваної території.

Для кожного виду природокористування встановлено індекс глибини перетвореності. Чим більша площа виду природокористування і вищий індекс глибини перетвореності території, тим більшою мірою перетворений господарською діяльністю регіон, у нашому випадку кожний номенклатурний квадрат досліджуваного басейну.

Геоecологічний стан річкового басейну можна також оцінити за допомогою методу зважених балів:

$$K_{ек} = \sum_{i=1}^n P_i \times K_{oi} . \quad (18)$$

$K_{ек}$  - комплексний показник оцінки екологічного стану басейну річки,  $K_{oi}$  – окремі оцінки (використання водних, земельних ресурсів, ґрунтів, радіаційне забруднення тощо) стану водозборів,  $P_i$  – вагові коефіцієнти.

Територіальний аналіз антропогенного навантаження є важливим інструментом для вивчення геоecологічних властивостей ландшафтів у басейнах малих річок. Цей підхід був розроблений співробітниками Інституту географії Російської Академії Наук і спрямований на оцінку впливу антропогенної діяльності на природні ландшафти, зокрема через аналіз використання земель і характеру заселення території, як-от щільність сільського населення.

Оцінка антропогенного навантаження ґрунтується на класифікації земель за ступенем впливу людської діяльності. Кожному типу землекористування відповідає певний рівень антропогенного впливу. Відповідно до цього, виділяються такі групи використання земель, у порядку зростання антропогенного навантаження:

1. Невживані землі або землі, використовувані в природному вигляді — це природоохоронні території, мисливсько-промислові зони, природно-рекреаційні землі. Їхній вплив на ландшафт є мінімальним, оскільки природний стан території зберігається.
2. Сільськогосподарські землі з малим ступенем перетворення — це сінокоси, пасовища, багаторічні насадження. Вони зазвичай мають менший вплив на екосистеми порівняно з іншими типами сільськогосподарських угідь.

3. Сільськогосподарські землі з значним ступенем перетворення — орні землі, які піддаються інтенсивному обробітку, що веде до значних змін у природному середовищі.
4. Забудовані землі — включають землі, зайняті поселеннями, транспорту, промисловістю, а також порушені землі. Це найбільш антропогенно навантажені території, де природні ландшафти практично не зберігаються.

Оцінка кожного виду використання земель здійснюється за бальною системою, де кожному типу земель присвоюється певна кількість балів в залежності від ступеня антропогенного впливу. Для більш точного аналізу, бальна оцінка може бути коригована з урахуванням специфічних факторів, які характерні для конкретної території. Наприклад, певні типи ландшафтів можуть мати більшу чутливість до конкретних антропогенних впливів, що потребує корекції балів. (таблиця 5).

Таблиця 5

Бальна оцінка землекористування, що визначає ступінь антропогенного навантаження

Чинник	Ранжування кількісного навантаження за бальною системою
Забудовані землі (поселень, промислові, транспортні, порушені)	<p>&lt; 1 % - 13 балів</p> <p>1-10 % - 14 балів</p> <p>&gt; 10 % - 15 балів</p>
Сільськогосподарські землі з високою інтенсивністю землекористування (орні)	<p>&lt; 1 % - 9 балів</p> <p>1-10 % - 10 балів</p> <p>10-30 % - 11 балів</p>

	> 30 % - 12 балів
Сільськогосподарські землі з порівняно малою інтенсивністю використання (сіножаті, пасовища)	< 10 % - 4 бали 10-30 % - 5 балів 30-50 % - 6 балів 50-70 % - 7 балів > 70 % - 8 балів
Невживані землі (природоохоронні, рекреаційні і ін.)	< 10 % - 3 бали 10-30 % - 2 бали 30-60 % - 1 бал > 60 % - 0 балів
Чинник збільшення ступеня антропогенного навантаження (щільність населення)	< 1 - 1 бал 1-10 - 2 бали > 10 - 3 бали

Для обчислення сумарного антропогенного навантаження використовується наступна формула: 
$$A_n = \sum_{i=1}^n S_i \times B_i \quad (19)$$

$S$  - площа виду ( $i$ -го) використання земель, в %;  $B$  - бальна оцінка антропогенного навантаження по  $i$ -му виду з урахуванням коректування за додатковими чинниками;  $n$  - число груп.

В. М. Плюскін пропонує цікаву методику оцінки порушеності гірських ландшафтів, яка передбачає їх поділ на кілька категорій за рівнем

антропогенного впливу:

1. Непорушені або майже неперетворені ландшафти. Сюди входять високогірні території та заповідники, які рідко відвідуються та віддалені від промислових викидів. Дорожня мережа відсутня або розвинена слабо, а функціонування геосистем підпорядковане природним процесам.

2. Слабо перетворені ландшафти. Тут антропогенне навантаження незначне й впливає лише на окремі компоненти ландшафту, не порушуючи основних природних зв'язків. Це, зокрема, північні тайгові райони, віддалені від міст, а також середньогір'я тайгових зон і національні парки.

3. Помітно змінені ландшафти. Характеризуються структурними змінами ландшафту, такими як порушення мерзлотного режиму ґрунтів, забруднення повітря, зниження рівня ґрунтових вод і зміни у рослинному покриві.

4. Сильно змінені ландшафти. Ландшафти, що зазнали тривалого антропогенного впливу, що призвело до порушення природних зв'язків і зміни їх структури. До таких належать території гірничих розробок, зони вирубок лісів, місця інтенсивного туристичного відвідування та підтоплені водосховищами ділянки.

5. Перетворені ландшафти. Це селітебні зони, промислові території, сільськогосподарські угіддя, дороги, ставки та водосховища, де природні зв'язки спеціально змінені для потреб людини.

Таблиця 2

Оцінка ступеню антропогенної зміни ландшафтів [20]

Динамічний стан ландшафтів	Ступінь зміни, %	Характеристика змін в структурі ландшафтів
Незмінені, найбільш стійкі	0	Зіни відсутні або вони незначні в складі

<p>Змінені, здатні до самовідновлення (інваріант структури ландшафта збережених)</p>	<p>10</p> <p>20</p> <p>30</p> <p>40</p>	<p>хребетної фауни</p> <p>Зміна складу або зникнення хребетних тварин</p> <p>Зміна складу рослинності (основні якості природної рослинності збережені)</p> <p>Корінна зміна рослинності, її зміна або втрата(основні якості і склад природної рослинності втрачені); зміна видового складу безхребетних тварин, його збіднення або знищення</p> <p>Поверхнева зміна ґрунтів (без змін існуючого типу), складу ґрунтової фауни</p>
<p>Перехідний стан</p>	<p>50</p>	<p>Корінна зміна ґрунтового покриву з переходом(зміною) типу ґрунту, зміною гідрологічних чи фізико-хімічних умов ґрунтоутворення</p> <p>Руйнування або заміна ґрунтового покриву</p>
<p>Не здатні до самовідновлення (зруйнований інваріант структури ландшафту)</p>	<p>60</p> <p>70</p> <p>80</p>	<p>Зміна в складі ґрунтоутворюючих порід зі збереженням початкової структури</p> <p>Руйнування , заміна, перекриття чи ізоляція початкових ґрунтоутворюючих порід</p> <p>Зміна характеру літогенної основи, оголення геологічного фундаменту</p> <p>Зміна характеру геологічного фундаменту (оголення порід з іншим фізико - хімічним складом)</p>

	90	
	100	

Така класифікація досить вигідно відрізняється від описаних вище своєю конкретністю і чітко відміченими критеріями виділення за ступенем зміни природних ландшафтів.

Ф.М. Мільков, вивчаючи антропогенні ландшафти, розділив їх на дві основні групи в залежності від того, чи були ці ландшафти створені з метою досягнення певних господарських чи інших цілей, чи виникли випадково, як результат необдуманної діяльності людини.

1. Прямі антропогенні ландшафти (АЛ) — це ландшафти, що були спеціально створені людиною для виконання певних функцій. Вони є результатом цілеспрямованої діяльності і підтримуються в певному стані для забезпечення їхньої ефективності в конкретних сферах. Такі ландшафти зазвичай служать певним практичним цілям, наприклад:

- Оброблювані поля — аграрні території, де ведеться сільське господарство.
- Садово-паркові ландшафти — урбанізовані території, створені для рекреації та озеленення.
- Водосховища, ставки — штучні водні об'єкти, створені для зберігання води, зрошення, енергетичних потреб або відпочинку.
- Полезахисні лісові смуги — лінії дерев, посаджені для захисту від ерозії, вітрової ерозії або для інших цілей охорони природи.

2. Супутні антропогенні ландшафти (АЛ) — це ландшафти, що виникли не завдяки цілеспрямованій діяльності людини, а як побічний ефект від



господарської діяльності, часто через її необдуманість чи недбалість. Такі ландшафти не були спочатку передбачені, але з'явилися в результаті певних негативних змін або помилок. Прикладами таких ландшафтів є:

- Яри на полях — результат ерозії ґрунтів через неправильне ведення сільського господарства.

- Болота на берегах водосховищ — утворення боліт через зміну природного водного режиму після будівництва водосховищ.

- Провальні лійки в місцях підземного видобутку корисних копалин — утворюються внаслідок порушення структури земної кори під час видобутку ресурсів.

Таким чином, прямі антропогенні ландшафти виникають завдяки чітко запланованим і контрольованим діям людини, в той час як супутні ландшафти є наслідком неочікуваних чи негативних впливів господарської діяльності. [9].

*Ясинський С.В.* пропонує методикку геоecологічного аналізу антропогенних впливів на малі рівнинні водозбори. Методика основана на побудові матриці антропогенного навантаження на водозбори малих рік і геоecологічному (комплексному) районуванні його території за переважаючими джерелами антропогенного впливу і за ступенем екологічної небезпеки. Водозбори малих рік в басейні р.Істри виділялись по топографічній карті масштабу М. 1:100000 шляхом оконтурення границь їх водозборів і руслової гідрографічної сітки. В результаті весь басейн основної р.Істри був диференційований на 16 водозборів її приток та зону взаємовпливу Істринського водосховища. Для кожного із водозборів за даними на 1995р. було визначене антропогенне навантаження від різних видів джерел забруднення – промисловості та ЖКГ, сільського господарства, рекреації і селібітних територій. Крім того, для кожного водозбору отримана оцінка його заселеності (в %), яка розглядається як природний фактор, здатен в певній степені компенсувати антропогенні навантаження. Для промисловості вона оцінювалась по величині об'єму стічних вод; сільського господарства – по об'єму виходу твердих та рідких відходів і вмісту в них діючої речовини(NPK)

в тваринництві; селібітних територій та рекреації – по вмісту біогенних елементів (БЄ - NPK) в господарсько-побутових стічних водах, які надходять в ріки після проходження очисних споруд.

Інформація про абсолютні та відносні (бали) значення показників антропогенного навантаження та заселеності для кожного водозбору зведена в наступну матрицю. (таблиця 6)

Таблиця 6

№ п/п	Водозбір	Вплив тваринництва	Вплив селібітних територій	Рекреаційне навантаження	Вплив промисловості	Природний фактор
		Вміст у відходах тваринництва NPK, т/рік/бали	Вміст NPK у стічних водах населених пунктів, т/рік/бали	Сумарне надходження забруднення від об'єктів рекреації, кг/га рік/бали	Об'єм стічних вод, млн. м <sup>3</sup> /рік/бали	Лісистість, %/бали

На основі матриці антропогенного навантаження та заселеності в басейні який розглядається виділено 4 типи водозборів з переважанням того чи іншого виду антропогенної впливу: водозбори з переважанням промислового забруднення, басейни з переважанням забруднення від тваринництва, водозбори з рекреаційним забрудненням, водозбори з забрудненням зі слабким впливом усіх факторів. Всередині типів всі водозбори в залежності від поєднання балів антропогенного навантаження і заселеності розділяють на 12 класів, для кожного з яких отримано бальні оцінки екологічної небезпеки. [8].

*Методика визначення рівня антропогенної перетвореності території Кочурова Б.І.* В даному випадку використовується коефіцієнт відносної напруженості еколого-господарської системи – Кв. Перед визначенням коефіцієнту землі ранжують за ступенем антропогенної перетвореності (АП)

на: 1 – невикористовувані, 2 – ті, які використовуються у природному стані, 3 – оброблювані, 4 – забудовані. Площі кожної групи сумуються:

$$K_v = \frac{АПЗ + АП4}{АП1 + АП2} \quad (20)$$

АП1 ...АП4 – площі земель з різним ступенем антропогенної перетвореності.

При значенні  $K_v \approx 1,0$  досягається співвідношення угідь, при якому еколого-господарська система вважається збалансованою та стійкою.

*Кулік А.В.* модифікувала запропоновану методику для розрахунку  $K_v$  в умовах агроландшафтів з врахуванням захисної площі лісонасаджень. Для цього проводиться поділ площі орних угідь на захищені та незахищені:

$$MK_v = \frac{Пн + Пр + З + Пд}{Пз + ЛФ + ООПТ + Мн + С + Пк + Зз} \quad (21)$$

Пн, Пз – незахищена та захищена лісовими полосами рілля, Пр – землі промисловості, З – під забудовою, Пд і Пк – деградовані та культурні пасовища, ЛФ – лісний фонд, ООПТ – особливо охоронні природні території, Мн – багаторічні насадження (сади), С – сінокоси, Зз – землі запасу.

Дослідженнями антропогенного навантаження та перетвореності малих річкових басейнів, розробкою та узагальненням критеріїв визначення стану антропогенної змінності території басейнів (кількісними чи якісними змінами) займалися і займаються Вишневський П.Ф., Левківський С.С., Ліхо О.А., Мисковець І.Я., Мороков В.В., Рибалова О.В., Соловей Т.В., Тимченко З.В., Хільчевський В.К., Шерешевський А.І., Яцик А.В. Жорсткі критерії та універсальні шляхи відновлення річок й водойм не завжди можуть бути здійсненими. Це обумовлено великою складністю та різноманітністю факторів їх формування, а також складним антропогенним впливом. При вирішенні задач відновлення для кожної річки необхідно мати надійні дані про їх індивідуальні властивості та сучасний стан.

Оцінка антропогенного навантаження на басейн малої річки Гуків за методикою визначення індукційного коефіцієнта здійснювалася за формулою та наступною схемою:

$$I_{КАН} = a \times K_{зр} + b \times K_{рс} + c \times K_{яв} \quad (22)$$

$I_{КАН}$  – комплексний показник (індукаційний індекс) антропогенного навантаження на басейн малої річки;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – вагові коефіцієнти, які у сумі дорівнюють 1,0;  $K_{зр}$ ,  $K_{рс}$ ,  $K_{яв}$  – індекси використання земельних і водних ресурсів, якості води та радіаційного забруднення.[20]

## РОЗДІЛ II Антропогенна перетвореність басейну річки Гуків

### 2.1. Паралелі та дотичні при оцінці антропогенної перетвореності басейну річки Гуків

1) Характеристика радіаційного забруднення є пріоритетною при оцінці загального стану басейну річки. Попередньо здійснюється оцінка радіоактивного забруднення, а потім виконуються розрахунки за іншими показниками. Для цього використовують три показники, які відображають рівні вмісту радіонуклідів: цезію – 137, стронцію – 90, плутонію – 239. Стан забруднення басейну річки оцінюється за найгіршим значенням одного з показників або їх суми. При оцінці річкового басейну як “задовільний” або при відсутності радіаційного забруднення території водозбору виконують розрахунки для всіх інших підсистем.

2) Господарська діяльність людини в басейнах малих річок виявляє значний і різноманітний вплив на їх екосистеми. Особливо антропогенного впливу зазнають земельні ресурси. Для оцінки стану використання земельних ресурсів нами використано такі первинні показники: лісистість, ступінь природного стану, сільськогосподарське освоєння, розораність, урбанізація, еродованість земель водозбору. У Таблиці 4 наведені дані картографічних та натурних польових досліджень щодо розподілу земельних ресурсів басейну Гукова за первинними показниками.

Таблиця 4

#### Стан використання земельних ресурсів у басейні річки Гуків[20]

Показник	Вагові коефіцієнти, $d_s$	% від площі водозбору	Оцінка, бали	Клас стану використання
Лісистість	0,3	39,14	+4	Добрий
Ступінь природного	0,1	39,23	+4	Добрий

стану				
Сільськогосподарська освоєність	0,1	43,23	+4	Добрий
Розораність	0,2	33,0	+4	Добрий
Урбанізація	0,1	17,02	-4	Незадовільний
Еродованість	0,2	8,5	1	Поліпшений

Критерій використання земельних ресурсів визначаємо за формулою:

$$K_{зр} = \sum_{i=1}^m d_i \times Z_i \quad (23)$$

$K_{зр}$  – комплексний показник стану використання земельних ресурсів;  $d_s$  – вагові коефіцієнти;  $Z_i$  – окремі показники (бали) стану використання земельних ресурсів.

Для басейну річки Гуків  $K_{зр} = 2,6$  – добрий стан використання земельних ресурсів (згідно шкали комплексної оцінки використання земельних ресурсів) [9].

3) Найбільш інформативними показниками екологічного стану малих річок України є наступні: об'єм води, що забирають із річки ( $W_з$ , млн. м<sup>3</sup>); об'єм втрат річкового стоку завдяки відбору підземних вод, які гідравлічно пов'язані із річковою мережею ( $W_в$ ); фактичний об'єм стоку річки ( $W_ф$ ); об'єм скиду води у річкову мережу ( $W_с$ ) та об'єм скиду забруднених вод ( $W_{з.в.}$ ). На підставі цих характеристик визначаємо 4 показники використання водних ресурсів річки Гуків (Таблиця 7).

Таблиця 7

Стан використання водних ресурсів басейну Гукова

Показник	Вагові коефіцієнти	Значення показника, %	Оцінка в балах	Якісна характеристика стану
----------	--------------------	-----------------------	----------------	-----------------------------

Використання стоку річки ( $g_{pc}$ )	0,1	0,5	+3	Добрий
Безповоротне водоспоживання ( $g_{bc}$ )	0,2	24,5	-3	Дуже незадовільний
Надходження стічних вод у річкову мережу ( $g_{nc}$ )	0,3	0,11	+3	Добрий
Скид забруднених вод ( $g_{cb}$ )	0,4	0,3	+3	Добрий

Отримане значення комплексного показника ( $K_{p.c.}=1,8$ ) відповідає 2 класу стану використання водних ресурсів Гукова, а якісна характеристика стану використання її водних ресурсів оцінюється як “задовільний” [20].

4) Якість поверхневих вод визначається за бактеріальним забрудненням та за вмістом хімічних речовин.

Назаровою О. В. було відібрано проби поверхневих вод в районі сіл Топорівці, Рідківці та Бояни у період літньо-осінньої межені й виконано лабораторний аналіз. Хімічне забруднення води річки Гуків оцінюємо за індексом забрудненості води:

$$K_{xlm} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{TДК_i} = 20,1, \text{ що відповідає шостому класу якості (дуже}$$

забруднена [9]), а комплексний бал якості дорівнює  $K_{кx}=-4$ .

Бактеріальне забруднення визначаємо за колі-індексом:

$K_{бак} = 1,1$  - це відповідає першому класу якості (дуже чиста), а комплексний бал якості за цим показником дорівнює  $K_{кб}=3$ .

Заключна оцінка якості води здійснюється за найгіршим показником забруднення води із двох визначених. У нашому випадку якість води річки Гуків характеризується як дуже забруднена.

5) Узагальнена оцінка стану басейну малої річки виконується за формулою:

$I_{KAN} = 0,3 \times K_{зр} + 0,2 \times K_{рс} + 0,5 \times K_{яв}$  (за відсутності радіаційного забруднення). (24)

Для басейну річки Гуків індукаційний коефіцієнт антропогенного навантаження має значення  $-0,86$ . За шкалою (Таблиця 8) встановлюємо, що стан басейну Гукова оцінюється як “поганий”.

Таблиця 8

### Класифікація антропогенного навантаження на басейн річки [20]

Характеристика	Клас стану басейну річки					
	1	2	3	4	5	6
Індукаційний коефіцієнт ( $I_{KAN}$ )	$>3$	$3 - 1$	$1 - 0$	$0 - (-1)$	$(-1) - (-3)$	$<-3$
Якісна характеристика	Добрий	Зміни незначні	Задовільний	Поганий	Дуже поганий	Катастрофічний

## 2.2. Антропогенна перетвореність басейну річки Гуків

У дослідженні, яке базується на методиці, запропонованій П.Г. Шищенком, важливим є вивчення типів використання земель для оцінки антропогенної перетвореності природних ландшафтів. Зокрема, типи земель використовуються для розрахунку ступеня антропогенного впливу, враховуючи такі категорії, як рілля, пасовища, сіножаті, сади, лісові угіддя, болота, дороги тощо.

Для прикладу було досліджено басейн річки Гуків з використанням шкали антропогенної перетвореності, яка поділяє території на різні категорії за рівнем впливу людини:



- Слабо перетворені (Кап < 2,8) — території, де вплив людини мінімальний.
- Перетворені (Кап = 2,81 – 4,6) — території з помітними змінами.
- Середньо перетворені (Кап = 4,61 – 6,4) — території, що зазнали значного антропогенного впливу.
- Сильно перетворені (Кап = 6,41 – 8,2) — території, де природні умови серйозно зміщені.
- Дуже сильно перетворені (Кап > 8,2) — території, що сильно змінені через інтенсивну людську діяльність.

Результати дослідження басейну р. Гуків:

- Середнє значення антропогенної перетвореності для басейну становить 5,91, що вказує на середній рівень змін.
- Найбільш перетвореними є території, які займають сільські населені пункти. Вплив дорожнього, промислового та гірничопромислового використання, хоч і значний, займає порівняно невеликі площі на території басейну.
- Ліси, рілля та пасовища мають більші площі, що сприяє значному антропогенному навантаженню на ці екосистеми.

Це дослідження дозволяє виявити напружені ділянки басейну, де антропогенний вплив є найбільшим, і сформулювати пропозиції щодо покращення екологічного стану цих територій. Для цього було створено картограму, що демонструє рівень антропогенної перетвореності території басейну.

Таблиця 9

Види природокористування, характерні для басейну річки Гуків

№ п/ п	Вид природокористування	Ранг антропогенної перетвореності	Індекс глибини перетвореності	Площа		
				Км <sup>2</sup>	га	%
1	Природоохоронні землі	1	1,0	0,04	4,0	0,04
2	Ліси	2	1,05	43,83	4383	39,14
3	Болота	3	1,1	0,28	28	0,25
4	Пасовища та сінокоси	4	1,15	10,94	1094	9,77
5	Сади та виноградники	5	1,2	2,1	210	1,88
6	Рілля	6	1,25	35,36	3536	31,58
7	Сільські населені пункти	7	1,3	19,06	1906	17,02
8	Міські населені пункти	8	1,35	0	0	0
9	Водосховища, ставки	9	1,4	0,22	22	0,2
10	Транспортні магістралі	10	1,5	0,01	1,0	0,01
11	Промислові землі	11	1,55	0,04	4,0	0,04
12	Гірничопромислові землі	12	1,6	0,05	5,0	0,05
Загальна площа басейну річки				112,0	11200	100
Площа басейну за сумою площ видів природокористування				111,93	11193	99,98
Похибка				+0,07	+7	+0,02

Докладно значення антропогенної перетвореності по кілометрових квадратах наведені в додатку А.

### **2.3. Розробка методики пооб'єктного визначення антропогенного навантаження**

Для визначення антропогенно напружених ділянок басейну річки Гуків, необхідні космічні знімки території типу GoogleMaps при масштабі, який позволяв би оптимальну видимість одиниць природокористування території,

враховуючи технічні можливості ПК. При зведенні цих зображень в єдине, в програмі CorelDrawX3 окунтурюємо кожну з цих одиниць та присвоюємо ранг антропогенної перетвореності території за допомогою складеної таблиці. Дана програма автоматично визначає їх геометричні центри та подає інформацію щодо координат X та Y. Далі координати переносяться в комп'ютерну програму MicrosoftXL, звідки згодом копіюються у Surfer 9. Даний тип програми автоматично будує картосхему, на якій шляхом побудови ізоліній позначаються ділянки території із однаковою напруженістю.

Н. І. Ахтрицева виділяє чотири типи антропогенних ландшафтів:

I – змінені ландшафти – ландшафтні комплекси, структура яких під впливом людини істотно зазнала змін;

II – ренатуралізовані ландшафти – антропогенні ландшафти, котрі в процесі саморозвитку набули рис вихідних, первинних ландшафтів;

III – трансформовані антропогенні ландшафти – антропогенні ландшафти, що відрізняються від первинних якісно новим рослинним покривом. Вони включають групи: 1) польових ландшафтів; 2) пасовищно-лугових; 3) лісокультурних.

IV – антропогенні ландшафти – створені заново антропогенні ландшафти, що поділяються на групи: 1) кар'єрно-відвальних; 2) група селібітних; 3) курганних; 4) група водних ландшафтів. [21].

Запропонована нами методика полягає у поділі ландшафтів на антропогенні, антропогенно-природні та природні комплекси та присвоєння їм певного рангу антропогенної перетвореності, відповідно до зростання впливу цього виду природокористування на природне середовище, та до збільшення її модифікаційної дії. Таким чином, в групу «Ландшафти природного походження» ми віднесли основні: 1) ліс первинний; 2) ліс вторинний; 3) озера та 4) річки. Первинні ліси не створюють негативного впливу на довкілля, тому їм присвоюється коефіцієнт «1». Ці ліси залишилися недоторканими та не зазнали змін під впливом людини, зберігаючи природний розвиток у своїй структурі та динаміці. Ґрунт, клімат, флора й життєві процеси у таких лісах не

були порушені або змінені через діяльність людини, як-от лісокористування, випас худоби чи інші види впливу. Проте ліси в басейні річки Гуків можна умовно вважати первинними, адже на території лісових масивів Хотинської височини проводять вибіркові рубки певних порід дерев, а також є стихійні сміттєзвалища. Такі впливи складно виявити навіть при дослідженні космічних знімків у великому масштабі, оскільки вони є локальними і не завжди помітні на загальному тлі. [32].

Вторинні ліси – ліси, які перебувають на стадії відновлення після вирубки, пожежі тощо. Тому ранг його антропогенної перетвореності дорівнює «2». Для озер характерні ерозійні процеси пов'язані із зсувами та підмиванням берегів, замуленням дна та розлиттям дзеркала при інтенсивних опадах, тому їхній ранг – «3». Перетвореність річок оцінюється в «4». Вона полягає в перенесенні уламкового матеріалу, розмиву берегів, дна тощо. У верхів'ях, де долина ріки має найбільші схили, переважає ерозія, в пониженнях - відкладення, а в середній течії ріки поєднуються розмив, перенесення та відкладення. Таким чином відбувається зміна рельєфу.

Луки – добре зволожені ділянки території, які найчастіше розташовані на заплавах річок. Луки басейну р. Гуків займають невеликі площі із високим антропогенним тиском вздовж водотоків. Їхній ранг складає «5». На них часто ведеться господарська діяльність людини.

Сіножаті – це ділянки, де рослинність регулярно використовують для заготівлі сіна, що є важливою складовою кормової бази. Трав'яний покрив сіножатей складається переважно з багаторічних трав різних видів. У досліджуваному регіоні виділяють заплавні та суходільні сіножаті. Заплавні сіножаті можуть бути природними (не поліпшеними) або поліпшеними, залежно від рівня впливу та догляду за ними. Пасовища, у свою чергу, використовують для випасання худоби, що з часом призводить до деградації рослинного покриву та, частково, ґрунту. Кліматичні умови території дозволяють вести випасання переважно в літній період, тому антропогенний вплив на такі території не є постійним, а має сезонний характер. Ранг АП – «6».

При нерегламентованому випасанні худоби сильно ущільнюється верхній шар ґрунту (1,3-1,4 г/см<sup>3</sup>), тоді як його значення в заповідному режимі становить 1,0 - 1,1 г/см<sup>3</sup>. Це супроводжується збільшенням фізичного випаровування під впливом сильних вітрів (15-30 м/с. і більше). Коефіцієнт зволоження в таких ґрунтах складає 0,25-0,30, що гостро диктує необхідність обводнення території.

Лісовирубки – території, на яких провелаь вирубка лісу. Такі одиниці природокористування все частіше можна зустріти на місці первинних та вторинних лісів. Їм присвоюється ранг – «7». На територіях вирубки змінюється ярусність лісу, видовий склад нижнього ярусу рослинності території, зникають представники фауни, зазнають змін мікрокліматичні умови території.

Сади є характерними для ландшафтів Хотинської височини і займають значну територію. Це багаторічні насадження, створенні з метою збору плодів культур. Ранг АП у таких комплексах є вищим ніж у лісовирубках, оскільки лісовирубки не є частими для однієї і тієї ж території, так як необхідно 40-50, а іноді й більше років для відновлення попереднього деревостану, а сади використовуються щорічно, відповідно і ранг АП буде вищим, а саме – «8». Сюди ж відноситься особливий вид садових ландшафтів – виноградники. Для отримання високих врожаїв, ґрунти садів та виноградників потребують постійної обробки, внесення мінеральних добрив, поливу, тому вони завжди сильно окультурені. Інколи ще виділяють садово-польовий тип ландшафтів, що полягає у чергуванні площ ріллі та поодиноких плодкових дерев. [21].

Рілля (орна земля) — це земельні угіддя, які систематично обробляються для вирощування сільськогосподарських культур, включаючи посіви багаторічних трав, чисті пари, а також площі, зайняті парниками та теплицями. До ріллі не належать сіножаті та пасовища, розорані для їх покращення, якщо вони використовуються виключно під трав'яні кормові культури для сінокосіння або випасання худоби, а також міжряддя садів, які задіяні під посіви. На ріллі припадає значне антропогенне навантаження, що призводить

до поступової деградації ґрунтового покриву. Тому ранг антропогенної перетвореності ріллі складає «9».

Частина земель Чернівецької області має невисоку родючість, біля 10% угідь перезволожені, значні площі ріллі є дефляційно небезпечними. [16].

Характерною особливістю ріллі є переорення ґрунтового шару, внесення добрив, вирощування агрофітоценозів зі щорічним збором у них великої кількості біомаси.

Обміління малих річок відбувається в тому числі і під впливом розорення заплавлених земель до русел рік, що сприяє попаданню в річки великого об'єму змитого мінерального ґрунту. [5].

Подвір'я будинків є специфічними видами природокоритувань, оскільки вони є перехідною зоною між селібною територією та суміжними ландшафтами. Їхній ранг становить «10», адже на них постійно ведеться господарська діяльність. На них, зазвичай, деградований ґрунтовий покрив, знижений рівень ґрунтових вод.

Ранг АП ставків є значно вищим, аніж попередніх ландшафтних комплексів («11»). Ставки є штучною водоймою, створені для зберігання води з ціллю водопостачання, зрошення, розведення риби, а також для санітарних та спортивних потреб. Вплив ставків на ландшафти є значно вищим, ніж в озер, так як крім ерозійних процесів, відбувається зміна гідрогеологічних – змінюється рівень підземних вод, знищується рослинний та ґрунтовий покрив даної території. Проте на території області існує досвід у регулюванні рівня води під час повеней шляхом створенням ставків. Води річки Гуків завдають значних збитків у період повеней та паводків сільському господарству. Тому виникає необхідність регулювання її стоку. Одним із заходів є будівництво ставків. Вони розташовуються в основному в балках і використовуються для риборозведення, вирощування водоплавної птиці, боротьби з ерозією ґрунтів в селах Топорівці, Рідківці, Бояни тощо. Однак останнім часом ефективність регулювання стоку ставками знижується внаслідок затоплення цінних земель в

долинах річок, погіршення якості води внаслідок зниження швидкості течії річки. [16].

Тафальні комплекси. Багато тафальних ландшафтів можна віднести до суто антропогенних, а ту їх частину, де спостерігається подальше функціонування, можна віднести до ландшафтно-інженерних систем (наприклад, діючі цвинтарі). На наш погляд, тафальні комплекси цієї території доцільно відносити до природно-антропогенних ландшафтів, оскільки більшість із них є діючими. Значно потужніший вплив на територію мають ландшафти антропогенного походження. Так, дороги окрім повного знищення ґрунтового та рослинного покриву, стимулювання розвитку ерозійних процесів та явищ, завдають антропогенного впливу на повітряний басейн внаслідок забруднення шкідливими хімічними речовинами автотранспорту. Зазнає змін і мікроклімат території пролягання доріг, оскільки вони швидше нагріваються в порівнянні із прилеглими. Ранг АП ґрунтових та асфальтованих доріг складає 13 та 14 відповідно. [1]

Оскільки основні населені пункти розміщені на заплавах річок, то значна частина автомобільних і залізничних шляхів побудована в межах річкових долин. У багатьох місцях транспортна мережа перетинає річку та її притоки, що зумовило будівництво мостів і створення додаткового навантаження на річкові водотоки й заплави. Як наслідок, порушення їх природного режиму, виникнення зон підпору, затоплення чималих площ заплавних угідь. [7]

До рівня антропогенного тиску асфальтованих доріг прирівняно і мостові переправи, проте окрім перелічених впливів, значною їхньою особливістю є тиск на русло ріки та водне середовище. Мостові переходи пересікають велику кількість різних водотоків. Відомо, що в середньому на 0,8-1,0 км. дороги припадає одна водопропускна споруда (труба, міст чи мостовий перехід). На основі поділу гідротехнічних споруд, розташованих в руслах та на заплавах рік на активні та пасивні, а також ступені їхньої дії на руслові процеси були спроби створення їх класифікацій. В якості прикладу можна навести

класифікацію Б.Ф. Сніщенка, який хоча виділив агротехнічні заходи в окрему групу, не розкрив їхнього впливу на руслові процеси. Наприклад, до першої категорії віднесені: греблі, мостові переходи, що перекривають заплаву, заходи пов'язані з перекиданням стоку, а до другої – дамби обвалування та інші споруди. Хоча зрозуміло що дамби, що відділяють русло від заплави, головним чином змінюють руслові процеси цих ділянок русла. В той самий час мостові переходи, навіть ті що перекривають заплаву, змінюють руслові процеси на ділянках рік невеликої протяжності. [1].

Проте, зважаючи на генералізацію відповідно до масштабу космознімка, не завжди існує можливість виділення цих ландшафтних комплексів, тому дана методика такі комплекси не враховує.

Проте і вплив доріг не найбільший. Найсуттєвіших антропогенних змін території завдають людські поселення. Звичайно, більших змін навколишньому середовищу завдає міська забудова, оскільки крім всіх вищезгаданих впливів, в містах порушується вітровий режим та змінюється мікроклімат. Ранг АП міської забудови є найвищим – 16. Високе навантаження несе і сільська забудова (15), а оскільки людські поселення історично виникали поблизу річок, то навантаження від міст та сіл на басейни річок є визначальним.

Широкі заболочені ділянки заплав майже скрізь меліоровані, вкриті сіткою каналів. Місцями русло річки спрямлене, обваловане, або як кажуть «каналізоване». Значний вплив на русло формування здійснюють руслові кар'єри, хоча у теперішній час значно скорочена. Загальна довжина р. Гуків становить 29 км., у зв'язку з цим вона значно антропогенно змінена. Це привело до повної зміни руслового процесу і зникнення русел на окремих ділянках. [30].

Таблиця 10

Шкала бально-зваженого антропогенного навантаження на одиниці природокористування

№ п/п	Ландшафти антропогенного походження	Ранг АП
-------	-------------------------------------	---------



1.	Міська забудова	16
2.	Сільська забудова	15
3.	Дороги асфальтовані	14
4.	Дороги ґрунтові	13
<b>Ландшафти антропогенного-природного походження</b>		
5.	Тафальні комплекси	12
6.	Ставки	11
7.	Подвір'я будинків	10
8.	Рілля	9
9.	Сади	8
10.	Лісовирубки	7
11.	Сіножаті та пасовища	6
12.	Луки	5
<b>Ландшафти природного походження</b>		
13.	Річки	4
14.	Озера	3
15.	Ліси вторинні	2
16.	Ліси первинні	1

#### **2.4. Визначення інтенсивності антропогенного тиску на територію басейну річки Гуків та просторове поширення антропогенних ландшафтів**

Внаслідок аналізу картосхеми інтенсивності антропогенного навантаження південно-західної частини басейну р. Гуків, можна зробити висновки та деякі закономірності поширення антропогенних, природних та природно-антропогенних ландшафтів. Зокрема, вторинні ліси переважно розташовані в долинах рік та балках, а тому мають лінійне поширення, як і самі

водотоки. Вторинні ліси займають лише вузькі смуги вздовж берегів. Хоча картосхема відображає слабкий вплив людини на перелічені ландшафти, проте вони в деяких локаціях сильно забруднені сміттєзвалищами, побутовими відходами та стічними водами. Луки також простягаються обабіч водотоків, їхні площі є значно малими внаслідок розорення заплав, високого рівня забудови даної території, поширення садів. Площі пасовищ та сіножатей зустрічаються на картосхемі окремими вкрапленнями, які навколо оточені сільською забудовою та їхньою «буферною» зоною – подвір'ями. Значні території луків внаслідок освоєння їх людиною перетворились на пасовища та сіножаті і в багатьох випадках зустрічаються в поєднанні з ними.

Картосхема враховує віддаленість природніх ландшафтних комплексів від антропогенних, внаслідок чого зменшує показники людського впливу на природніх комплексах від периферії до центру.

Для даної території характерна висока пересічна кількість садів. Поширення даного типу ландшафтних комплексів спостерігається по всій досліджуваній території, хоча найчастіше знаходяться безпосередньо біля будинків та чергуються з ріллею.

Рілля має найбільші площі поширення в західній частині досліджуваної ділянки. Проте ранг її антропогенного навантаження саме в цій частині в окремих місцях є вищим ніж «9». Це можна пояснити наявністю на даній території відносно густої мережі ґрунтових доріг.

Ширина полоси подвір'їв в різних місцях прямопропорційно залежить від величини їхньої площі, а поширення – від забудови даної території.

При нанесенні річок та доріг на картосхему ми зіткнулись з проблемою їх відображення на картосхемі, адже вони мають лінійну протяжність. Тому було вирішено враховувати координати лише вузлових точок даних ландшафтних комплексів, що проведені через однакову відстань. Поширення доріг на картосхемі прослідковується неповно, внаслідок вищезгаданої проблеми, проте можна побачити їхній безпосередній вплив на суміжні ландшафти. Так, підвищується техногенний вплив на ландшафтні комплекси із меншим рангом

АП: річки, луки, сіножаті та пасовища(Зх частина досліджуваної території). Прослідковується вплив асфальтних доріг, де на місці вузлових точок, між забудовою проходять зони темнішого кольору, а відповідно з більшим рангом антропогенного навантаження порівняно з аналогічним проляганням ґрунтових доріг.

Селібітні території на картосхемі інтенсивності антропогенного навантаження мають здебільшого вигляд концентричних кіл, з'єднані між собою сіткою доріг, що на картосхемі мають вигляд смуг різної товщини. (Додаток Г) Концентричні кола мають різну величину та спотвореність, в залежності від розселення населення на даній території. Ще однією закономірністю є те, що найгустіша сітка поселень знаходиться поблизу водотоків, що доводить тезу про те, що ранг антропогенної навантаженості на річки в місцях контакту із селібітними територіями є значно вищим заданого («4»).

Кожен вид природокористування, як бачимо, має власний алгоритм свого поширення. Проте необхідно також досліджувати і інші території, щоби мати цілісне уявлення про поширення антропогенних ландшафтів, організація яких на цих територіях може відрізнятись від наведених вище.

## **2.5. Переваги та недоліки при порівнянні методики за Гофманом-Шищенком та методики пооб'єктного визначення антропогенного навантаження**

Методика пооб'єктного визначення антропогенних змін території хоча й бере свій ґрунт на присвоєнні рангу перетвореності у відповідності до видів площ природокористувань, як запропоновано Гофманом та Шищенком, та якщо перша дає лише загальні показники для кожного умовного квадрату території, чи для досліджуваної території загалом, то при застосуванні даної методики, можна чітко прослідковувати зміни антропогенного навантаження в будь якій частині басейну, при цьому можливе складання прогнозу зміни антропогенного

тиску в масштабі видимих на космічному знімку площ природокористувань, визначення тенденцій змін забрудненості басейну р. Гуків.

Колірна гамма при застосуванні методики пооб'єктного визначення антропогенного навантаження є значно ширшою, показуючи ступінь перетворення антропогенними чинниками території. Її градація має межі від 1 (мінімальний) до 16 (максимальний антропогенний тиск). На противагу, попередня методика враховувала перетвореність ландшафтів лише за 5-ступінчастою градацією. За першою методикою можлива похибка внаслідок обробки космознімків програмою написаною авторами у середовищі Delphi 7. Деякі з пікселів можуть бути помилково прийняті за площу іншого виду природокористування, що суттєво не змінює загальну антропогенну оцінку басейну, проте вносить помилкові корективи.

База даних координат з ранжуванням створена в Microsoft XL не створює проблем при імпорті в Surfer. Межі між ізолініями, відповідно є умовними, проте це надає геоінформаційній моделі мозаїчності та строкатості поширення антропогенних та природних ландшафтів, а також їх чергування. Авторська програма видає результати в межах заданої площі, не виходячи за її межі та відображаючи на таких ГІС – моделях лише один показник на шукану площу.

В ході розробки методики пооб'єктного визначення антропогенного навантаження, автори зіткнулись зокрема з такими дилемами:

- на даний час, не всі космічні знімки відповідають максимальній якості зображення, а тому використання даної методики є недоцільним в таких районах;
- координати геометричних центрів площ природокористувань, з яких власне і складається база даних, необхідно вводити коректно. Неправильно введені координати призводять до візуальних аберацій геоінформаційної моделі;

- проблема визначення координат  $X$  та  $Y$  лінійних об'єктів (дороги та річки). Геометричні центри таких об'єктів визначали на вузлових точках, а у випадку на прямих ділянках – на однакових відрізках;
- трудомісткість методики, що полягає у визначенні дослідником координат кожної з площ природокористувань ділянки апробації методики, в порівнянні з визначенням антропогенного тиску на територію за допомогою австрської програми на базі розпізнавання палітри RGB.

Говорячи про детальне дослідження антропогенного навантаження на територію, зокрема на басейни малих річок, варто звернути увагу на те, що для отримання повноцінних даних варто користуватись даними методиками в комплексі, використовуючи методику пооб'єктного визначення антропогенного навантаження в особливо напружених ділянках басейну р.Гуків і на інших аналогічних територіях, попередньо проаналізувавши та виявивши ці ділянки на картосхемі використовуючи першу методику.

## **РОЗДІЛ III Полігональна та ізолінійна моделі трансформації території Клішківцевої територіальної громади**

### **3.1. Сутність полігональної моделі зображення антропогенної трансформації на прикладі території Клішківцевої територіальної громади**

Полігональна модель зображення — це графічна модель, яка представляє об'єкти через набір багатокутників (полігонів). Вона використовується для відтворення форм і поверхонь у комп'ютерній графіці, особливо в 3D-моделюванні та геоінформаційних системах (ГІС).

Основні особливості полігональної моделі зображення:

1. Структура з багатокутників: Об'єкти в такій моделі складаються з багатокутників (переважно трикутників або чотирикутників), які утворюють поверхню об'єкта. Ці багатокутники прилягають один до одного, формуючи геометрію об'єкта.

2. Вершини і ребра: Кожен полігон визначається своїми вершинами (точками в просторі), з'єднаними ребрами. Розташування вершин у просторі визначає форму і положення полігона.

3. Текстури і кольори: Полігональні моделі можуть мати текстури та кольори, що додаються на поверхню кожного полігона. Це дозволяє створити деталізоване зображення з ілюзією глибини, об'єму та матеріалу поверхні.

4. Оптимізація: Полігональні моделі дозволяють балансувати між деталізацією і продуктивністю. Чим більше полігонів використовується, тим вища деталізація об'єкта, але це потребує більше обчислювальних ресурсів.

5. Застосування: Полігональні моделі широко використовуються в ігровій графіці, кіно, дизайні, віртуальній реальності та геоінформаційних системах. У ГІС полігональна модель застосовується для відображення карт і різних територій з інформацією про різні об'єкти та їхні характеристики.

Таким чином, полігональна модель дозволяє створювати візуалізації складних об'єктів та ландшафтів, зберігаючи баланс між точністю та ефективністю обчислень.

Переваги полігональної моделі:

- Придатна для візуалізації різних категорій впливу, де кожен полігон є окремою зоною зі своїм значенням.
- Легко сприймається та дозволяє швидко оцінити розташування ділянок із високим чи низьким впливом.
- Полігональна модель ефективна для аналізу територій із різкими змінами в антропогенному навантаженні.

Недоліки полігональної моделі:

- Обмежує точність у визначенні поступових змін, оскільки територія поділяється на чітко окреслені зони.
- Може втрачати деталі в зображенні перехідних зон між ділянками з різними рівнями навантаження.

На полігональній моделі антропогенного впливу на територію Клішковецької громади (Додаток А) видно розподіл територій за ступенем людського впливу:

1. Зелені ділянки - це зони з найменшим рівнем антропогенного впливу. Такі території зазвичай включають природні ландшафти, зони, де людська діяльність мінімальна або відсутня. Це можуть бути лісові масиви, сільськогосподарські угіддя з низькою інтенсивністю використання або інші природні зони, які не зазнали значних змін від діяльності людини.

2. Жовті ділянки - це території з помірним рівнем антропогенного впливу. Вони можуть включати окремі населені пункти, сільськогосподарські

землі з інтенсивнішим використанням або місця, де присутня певна інфраструктура, але вона не є щільною або інтенсивною.

3. Червоні ділянки - зони з найбільшим антропогенним тиском. Ці ділянки включають найщільніше заселені території, міські зони, промислові об'єкти, дороги та інші елементи інфраструктури, які значно впливають на природне середовище.

Таким чином, модель дозволяє чітко визначити території Клішковецької громади, які потребують різного рівня охорони та контролю для зниження негативного впливу людської діяльності на екологічний стан регіону.

### **3.2. Ізолінійна модель антропогенного тиску – переваги та недоліки використання**

Ізолінійна модель зображення території — це графічна модель, яка представляє поверхню території за допомогою ліній, що з'єднують точки з однаковими значеннями певного показника. Ці лінії називаються ізолініями і можуть відображати різні характеристики, як-от висоту, температуру, атмосферний тиск тощо. Ізолінійна модель є одним з основних способів відображення просторових даних у картографії та геоінформаційних системах (ГІС).

Основні характеристики ізолінійної моделі зображення території:

1. Ізолінії: Це лінії, що проходять через точки з однаковим значенням певного параметра. Наприклад:
  - Ізогіпси (або горизонталі) показують однакову висоту над рівнем моря і застосовуються для моделювання рельєфу.
  - Ізотерми відображають області з однаковою температурою.
  - Ізобари з'єднують точки з однаковим атмосферним тиском.



2. Візуалізація градієнтів: Відстань між ізолініями показує швидкість зміни параметра. Близько розташовані ізолінії вказують на швидкі зміни, тоді як віддалені ізолінії вказують на плавні зміни.

3. Інтерпретація топографії та даних: Ізолінійна модель широко використовується для картографії рельєфу, де ізогіпси дозволяють відображати висоти і форми схилів, долин, гір тощо. За формою та розташуванням ізоліній можна зрозуміти характер рельєфу (крутизна схилів, наявність плато тощо).

4. Шари та кольорові градації: Часто ізолінії доповнюють кольоровими градаціями, що допомагає краще сприймати інформацію. Наприклад, у мапах рельєфу кольори можуть переходити від зеленого (низовини) до коричневого (височини).

5. Застосування: Ізолінійна модель використовується в геології, метеорології, океанографії, екології та інших науках, де необхідно відображати змінні величини в просторі.

Таким чином, ізолінійна модель зображення території є ефективним інструментом для візуалізації просторових даних та їхніх змін, що дозволяє легко інтерпретувати і аналізувати різні географічні та кліматичні особливості.

Це растрова теплова модель зображення території. Вона візуалізує інтенсивність антропогенного впливу за допомогою кольорової шкали, що зазвичай йде від зеленого до червоного, де зелений колір відображає зони з мінімальним впливом, а червоний — з максимальним. Зміст моделі:

- Зони високого впливу розташовані, очевидно, у центральній та південній частинах громади, де, ймовірно, знаходяться найбільші поселення або промислові об'єкти. Червоні та темно-червоні плями вказують на найбільшу щільність інфраструктури та людської діяльності.
- Зони помірною впливу більш поширені по всій території і займають значну частину громади. Це може свідчити про розвинене сільське

господарство, яке впливає на навколишнє середовище, але менш інтенсивно, ніж промислові або густонаселені зони.

- Зони з мінімальним впливом представлені зеленими ділянками, що можуть бути природоохоронними територіями, лісами або іншими екологічно цінними зонами з обмеженим доступом людей.

Така модель дає змогу оцінити території, які потребують більшого контролю щодо зменшення антропогенного навантаження, та визначити зони для можливого розвитку чи збереження природного середовища. Це особливо корисно для екологічного планування та збереження природного ландшафту.

Переваги ізоляційної моделі:

- Підходить для відображення поступових змін у просторі, що дозволяє глибше дослідити перехідні зони та градієнти.
- Ізоляційна модель забезпечує більш детальну візуалізацію, де плавні зміни відображені без чітких меж.
- Зручна для аналізу екологічних параметрів, які змінюються поступово, наприклад, ступінь забруднення води чи повітря.

Недоліки ізоляційної моделі:

- Вимагає певного рівня підготовки для читання, адже контурні лінії та градієнти можуть бути складними для швидкого сприйняття.
- Менш придатна для поділу території на категорії або класи, оскільки не має чітких меж.
- Ізоляційна модель є доцільнішою для відображення територій з поступовими змінами, де немає різких меж між ділянками з різним рівнем впливу. Така модель підходить для аналізу екологічних та природних явищ, наприклад, зміни рівня забруднення або температури повітря, де існують поступові переходи без чітко окреслених зон.

Отже, вибір між полігональною та ізолінійною моделями залежить від завдань дослідження: якщо необхідно показати конкретні зони антропогенного впливу, доцільно використовувати полігональну модель; якщо ж потрібна деталізація поступових змін впливу на територію — оптимальним вибором буде ізолінійна модель.

В даному випадку ізолінійну модель доцільніше використовувати для лісної частини (центральної) території Клішківської територіальної громади, а полігональну – для міської, де чітко окреслені забудовані території.

### **3.3 Вивчення антропогенної трансформації природних компонентів у шкільній географії**

Антропогенна трансформація природних компонентів, а зокрема басейну річки є досить актуальною в шкільній географії, адже відсоток забруднених та занедбаних водойм все зростає. Тому дану тему доцільно розглянути в наступних курсах:

1. 6 клас — Розділ "Гідросфера"

Тема: "Річки та озера"

Застосування: Під час вивчення річок можна обговорювати вплив людської діяльності на їхні басейни, зокрема вплив забруднення, будівництва гідротехнічних споруд (дамб, каналів) та зміни водного режиму. Учні зможуть ознайомитися з поняттям антропогенного навантаження, досліджуючи фактори, що впливають на водні ресурси.

2. 8 клас — Розділ "Природа України"

Тема: "Водні ресурси України"

Застосування: У цій темі розглядаються річкові басейни України. Учні можуть дослідити антропогенний вплив на басейни річок України (Дніпро,

Дністер, Сіверський Донець тощо) та обговорити наслідки діяльності людини для екосистеми річки.

### 3. 9 клас — Розділ "Географія населення та господарства України"

Тема: "Природні ресурси та охорона природи"

Застосування: При вивченні теми про природні ресурси України розглядається питання екологічних проблем, зокрема забруднення водних ресурсів та впливу на річкові басейни. Це сприятиме кращому розумінню взаємозв'язків між економічною діяльністю та природним середовищем.

### 4. 11 клас — Розділ "Регіональна географія"

Тема: "Географічне положення та природні умови України"

Застосування: У контексті регіональної географії можна докладно обговорювати питання антропогенного навантаження на великі басейни річок, як-от Дніпро чи Дністер, що мають національне та міжнародне значення. Це дозволяє учням глибше зрозуміти екологічні проблеми річкових систем та важливість їх збереження.

Таким чином, тема антропогенного навантаження на басейн річки інтегрована у шкільну програму з географії та дозволяє учням вивчати екологічні аспекти взаємодії суспільства з природою на конкретних прикладах.

## **РОЗДІЛ IV Основні напрямки з оздоровлення та стабілізації екологічного стану басейну річки**

### **4.1. Використання елементів фітотехнологій**

Впровадження водоохоронних заходів у заплавах малих річок є важливим кроком для покращення екологічного стану водних ресурсів. Одним з найбільш реальних і ефективних методів є використання фітотехнологій, зокрема систем біофільтрів на основі рослин, здатних поглинати забруднення. Однак, впровадження таких систем у заплави малих річок має певні труднощі, головною з яких є відчуження необхідної площі для створення таких систем.

Наразі не існує єдиної методики для впровадження фітотехнологій, яка б враховувала всі аспекти екологічної ситуації та умови конкретних річок, тому потрібен індивідуальний підхід до кожної ситуації.

Ось кілька важливих аспектів, які повинні враховуватись при виборі водоохоронних заходів:

1. Індивідуальність умов: Річка – це постійно діюча водна артерія, яка перебуває під впливом людської діяльності, і природно-техногенні умови змінюються вздовж її течії. Заплава може бути використана для сільськогосподарських, рекреаційних та інших потреб, що також повинно враховуватись.

2. Натуральні біоплато: Рослинність у заплаві, зокрема водні рослини, відіграють важливу роль у природному очищенні води, перехоплюючи забруднені потоки до того, як вони потрапляють у річку. Однак їхня ефективність обмежена через недостатній контакт води з рослинністю.

3. Зливи та автодороги: Важливо врахувати забруднення, що потрапляє в річку через поверхневі стоки від автодоріг і вулиць. Часто основне забруднення зосереджене в перші 15-20 хвилин зливи, що потребує спеціалізованого очищення.

Критерії для розробки системи водоохоронних заходів:

1. Ефективність очищення: Система має перехоплювати забруднення без затримки і першочергово очищати від завислих та органічних речовин.

2. Природне походження елементів: Використовувати природні матеріали та елементи для захисту річки, щоб не порушувати природний стан заплави.

3. Автономність: Система має працювати без постійного нагляду та забезпечувати мінімальні енергетичні та хімічні витрати.

4. Процеси самоочищення: Процеси очищення повинні бути природними, з інтенсифікацією цих процесів заходами, що реалізуються в системі.

5. Економічність: Знижені капітальні витрати при гарантії ефективного очищення річкового стоку.

6. Довговічність і надійність: Система повинна бути довговічною, мати високу надійність і безпечність для навколишнього середовища.

7. Соціально-екологічна привабливість: Споруди повинні бути інтегровані в місцевість без порушення умов проживання людей та використання земель.

Врахування цих критеріїв дозволить розробити ефективну, економічно доцільну та екологічно прийнятну систему захисту малих річок, сприяючи покращенню стану довкілля та водних ресурсів.

Для очищення дощових вод, що надходять з проїжджих частин доріг, рекомендується облаштування дамб з фільтруючими траншеями та висаджування вологолюбних рослин або чагарників, таких як верба чи вільха. У випадку, коли забруднені дощові води надходять від житлових районів, потрібно визначити за рельєфом точки їх потрапляння на заплаву і облаштувати в цих місцях фільтруючі траншеї. Для розсіяного надходження зворотних вод до заплави тип конструкцій пристроїв залежить від природних умов території. Якщо на ділянці заплави відсутні зарості вологолюбних рослин, рекомендується використання фільтруючих траншей або фашин із кореневищами рослин [25].

#### **4.2. Підвищення екологічної надійності ставків та малих річок**

У басейні річки Гуків створено значну кількість ставків, підвищити екологічну надійність яких можна кількома способами:

- Проведення паспортизації штучних водойм на річках (ставків та водосховищ) і водойм у басейнах річок з подальшою розробкою правил технічної експлуатації. Це дозволить забезпечити екологічно безпечне функціонування водойм та створити умови для встановлення відповідних режимів експлуатації згідно зі статтями 76-78 Водного кодексу України.

Оптимізація водних балансів річкових басейнів може включати такі заходи:

- Розробка індивідуальних режимів водокористування у межах водозбірних басейнів малих річок для раціонального управління водними ресурсами.

- Створення системи оцінки, прогнозування та моніторингу водних балансів у водозбірних басейнах малих річок, яка включатиме банк еколого-водогосподарської інформації для постійного аналізу стану водних ресурсів.

- Встановлення водоохоронних зон та прибережних захисних смуг для збереження природного стану річок і водойм.

- Упорядкування захисних зелених смуг уздовж прибережних територій для запобігання ерозії, забрудненню та забезпечення біорізноманіття.

Такі заходи сприятимуть забезпеченню сталого водокористування та охорони екосистем малих річок і водойм басейну р. Гуків [17].

Призначення таких зелених смуг – збереження в цілісності річкових берегів, затримка твердих продуктів водної ерозії з навколишніх угідь, підтримка функціонування джерел розвантаження ґрунтових вод, тобто підтримання водності водойм, забезпечення сталого екологічного балансу та ландшафтної цілісності річкових долин.

Також до оптимізації водних балансів річкових об'єктів можна віднести:

- відновлення рослинного покриву на берегах водних об'єктів;
- створення захисних лісонасаджень на ерозійно небезпечних землях;
- залуження ерозійно небезпечних та сильно еродованих земель;

- догляд за річками та їх витокami, природними джерелами;
- продовження створення територій та об'єктів природно-заповідного фонду для збереження біорізноманіття водних екосистем. Це сприятиме збереженню природних умов проживання для місцевої флори і фауни, а також захисту екологічної рівноваги.

- запровадження заборони або обмежень на будівництво систем централізованого водопостачання для промислових і господарських підприємств у населених пунктах, які не забезпечені потужностями для належного очищення стічних вод. Це допоможе зменшити обсяги забруднених вод, що потрапляють у річки.

- використання мало- і безводних технологій, повторного використання стічних вод і безстічних систем виробничого водопостачання. Ці технології значно зменшать обсяги води, що потребує очищення, а також сприятимуть раціональному використанню ресурсів.

- створення інтегрованої басейнової (міжвідомчої) системи моніторингу навколишнього середовища та збору даних, включаючи басейнову геоінформаційну систему з банком даних еколого-водогосподарської інформації. Така система дозволить централізовано контролювати стан довкілля, відстежувати динаміку змін і оперативно приймати необхідні рішення для захисту екосистем.

- розроблення та впровадження екологічних нормативів якості води, екологічно обгрунтованого стоку річок з урахуванням особливостей басейну р. Гуків. [20].

Реалізація заходів даного напрямку передбачає забезпечення виконання робіт з метою відродження малих річок, збільшення їх водності, а саме:

- відродження (розчищення та упорядкування) витоків річок, джерел, їх паспортизація;
- догляд за річками та їх витокami, джерелами [17].



## ВИСНОВКИ

Таким чином, методика розрахунку антропогенного навантаження та класифікації екологічного стану басейнів малих річок значно вдосконалена завдяки застосуванню геоінформаційних систем (ГІС). Це дозволяє автоматизувати процеси обчислення та візуалізації результатів класифікації, що значно спрощує та прискорює прийняття рішень щодо управління водними ресурсами.

Розроблені теоретичні засади й апробовані підходи дозволяють проводити точні розрахунки для конкретних басейнів, зокрема для річки Гуків. Важливо, що малі річки та їх водозбірні басейни зазнають найбільшого антропогенного навантаження через інтенсивне використання водних і земельних ресурсів. Проблема загострюється внаслідок забудови прибережних земель, зокрема заплавних, що є суттєвим чинником, який спричиняє деградацію екосистем цих територій.

Також важливу роль у погіршенні стану водних ресурсів малих річок відіграє господарська діяльність на територіях, розташованих у водозбірних басейнах. Це включає сільськогосподарське використання земель, розорювання заплав, будівництво інфраструктури, а також забруднення вод шляхом скидів стічних вод від підприємств і житлових комплексів.

Особливості антропогенних басейнів малих річок в даному регіоні зумовлені історико-географічними чинниками. Врахування цих аспектів при класифікації екологічного стану допомагає ефективніше оцінювати рівень антропогенного впливу на природні ландшафти та водні ресурси, а також визначати пріоритетні заходи для їх охорони та відновлення. Існує значний досвід у розробці методик по визначенню антропогенного тиску на територію, проте в умовах технічного розвитку суспільства, сучасна наука потребує нових методик у даному напрямі досліджень, котрі б збігались із новітнім рівнем інформативної забезпеченості людства. Крім

того серед апробованих методик не існувало методики, яка якнайконкретніше графічно зобразила інтенсивність антропогенного навантаження на досліджувану територію, тому постала проблема створення нової методики, яка б базувалась на застосуванні геоінформаційних технологій.

Запропонована нами методика полягає у поділі ландшафтів на антропогенні, антропогенно-природні та природні комплекси та присвоєння їм певного рангу антропогенної перетвореності, відповідно до зростання впливу цього виду природокористування на природне середовище, та до збільшення її модифікаційної дії. Таким чином, в групу «Ландшафти природного походження» ми віднесли основні: 1) ліс первинний; 2) ліс вторинний; 3) озера та 4) річки. Антропогенний тиск що створюють такі види природокористування як: луки, сіножаті та пасовища, лісовирубки, сади, рілля, подвір'я будинків, ставки та тафальні комплекси є значно вищим, а тому їх віднесено до антропогенно-природних систем, їхній ранг АП складає від 5 до 12 балів. Значно потужніший вплив на територію мають ландшафти антропогенного походження. Так, дороги окрім повного знищення ґрунтового та рослинного покриву, стимулювання розвитку ерозійних процесів та явищ, завдають антропогенного впливу на повітряний басейн внаслідок забруднення шкідливими хімічними речовинами автотранспорту. Зазнає змін і мікроклімат території пролягання доріг, оскільки вони швидше нагріваються в порівнянні із прилеглими. Проте і вплив доріг не найбільший. Найсуттєвіших антропогенних змін території завдають людські поселення. Звичайно, більших змін навколишньому середовищу завдає міська забудова, оскільки крім всіх вищезгаданих впливів, в містах порушується вітровий режим та змінюється мікроклімат, тому навантаження від міст та сіл на басейни річок є визначальним.

Результати проведеної роботи дозволили створити інтерполяційну схему антропогенного навантаження для Південно-Західної частини

басейну річки Гуків, яка базується на виділенні різних видів природокористувань. Важливим елементом цього дослідження є картосхема інтенсивності антропогенного навантаження, яка виявляє просторові залежності і закономірності розподілу природокористувань по території.

Аналіз картосхеми показав, що вторинні ліси здебільшого зосереджені в долинах річок та балках, що обумовлює їх лінійне розташування, подібно до самих водотоків. Площі пасовищ та сіножатей, на відміну від лісів, представлені окремими вкрапленнями, які оточені сільськими забудовами та їх «буферними» зонами, такими як подвір'я. Багато луків було перетворено на пасовища та сіножаті через людське освоєння, і часто ці ділянки поєднуються між собою. Рілля, яка займає значні території, найбільше поширена на заході досліджуваної ділянки, де антропогенне навантаження на цю землю інколи досягає високих рівнів (вище 9), що може бути пов'язано з розвитком мережі ґрунтових доріг.

Селібітні території на картосхемі мають вигляд концентричних кіл, що з'єднані між собою мережею доріг. Ці концентричні кола мають різні розміри і рівень деформації, що залежить від щільності населення та рівня урбанізації території. Дороги, представлені на картосхемі смугами різної товщини, є важливим фактором, що визначає рівень антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Ці просторові патерни свідчать про вплив людської діяльності на екосистеми і можуть слугувати основою для розробки заходів з управління природокористуванням та охорони навколишнього середовища в басейні річки Гуків. Для оздоровлення та стабілізації екологічного стану басейну річки важливим кроком є впровадження водоохоронних заходів, зокрема через використання елементів фітотехнологій. Ці заходи є надзвичайно ефективними для очищення води від забруднень, а також для покращення стану заплав, забезпечуючи природне відновлення екосистем. Важливо, що ці методи можуть бути реалізовані з урахуванням еколого-економічних критеріїв,

що дозволяє забезпечити гармонійне співіснування природоохоронних ініціатив із умовами життя місцевих громад.

Одним із важливих завдань для спеціалістів в галузі охорони вод є розробка системи комплексної охорони малих річок, яка не обмежувала б господарську діяльність та умови проживання людей. Така система повинна включати в себе організацію фільтраційних зон, використання фітотехнологій для перехоплення забруднень, а також забезпечення контролю за якістю води.

Система комплексної охорони має сприяти зниженню антропогенного навантаження на екосистеми малих річок, покращенню гідрологічного та санітарного стану водотоків, зокрема через збільшення кількості водоохоронних зон, зелених смуг і природних фільтраційних систем. Водночас, така система має бути інтегрованою в економічну структуру території, не порушуючи соціально-економічної стабільності.

Таким чином, впровадження фітотехнологій і комплексної охорони річкових басейнів може стати важливим кроком до сталого розвитку водних екосистем України, сприяючи збереженню біорізноманіття та поліпшенню якості води в малих річках. Також, на нашу думку, основними напрямками з оздоровлення та стабілізації екологічного стану басейну річки Гуків (згідно проведених обрахунків) мають бути наступні:

- ліквідування стихійних сміттєзвалищ на берегах річки та у самому руслі, що призводить до погіршення якості поверхневих вод басейну та внаслідок інфільтрації забруднюючих речовин у ґрунтові води – якості питної криничної води;

- здійснення переходу до ґрунтозахисної системи землеробства, що попередить інтенсивний поверхневий змив з полів залишків добрив та хімікатів;

- заборонення миття транспортних засобів безпосередньо біля річки, що сприяє забрудненню річкової води нафтопродуктами, та встановити попереджувальні знаки;

- засадження захисних лісосмуг з дерев, що вбирають важкі метали з атмосферного повітря, вздовж ділянок річки, що прилягають до автомобільних доріг та трас;

- збагачення ґрунту натуральними добривами (компостом тощо) та заборонити застосування у сільському господарстві мідного купоросу та інших мідевмісних речовин.

## Техніка безпеки

При виконанні робіт на комп'ютерах потрібно суворо дотримуватися вимог загальної інструкції з охорони праці та конкретних вимог, які зазначені для роботи з комп'ютерним обладнанням. Під час роботи на комп'ютерах можливі різноманітні небезпечні та шкідливі фактори, до яких відносяться:

1. фізичні фактори;
2. психофізіологічні фактори.

Основними складовими робочого місця користувача комп'ютера є монітор, системний блок та клавіатура. Для правильного розташування робочих місць важливо дотримуватись певних відстаней. Робочі місця повинні бути розміщені на відстані не менше 1,5 м від стін, де є вікна, і на відстані не менше 1 м від інших стін. Між робочими місцями також має бути відстань не менше 1,5 м. Щодо розташування робочих місць відносно вікон, оптимально, щоб природне освітлення потрапляло на робоче місце збоку, переважно зліва. Важливо уникати потрапляння прямого світла в очі користувача, тому розташування джерел освітлення повинно бути таким, щоб вони були паралельні напрямку погляду, і вони мали б розташовуватися з обох боків екрана. Щоб уникнути небажаних світлових відблисків на екрані, клавіатурі та інших елементах робочого місця, слід застосовувати антиполюсові сітки, спеціальні фільтри для екранів і захисні козирки. На вікнах доцільно використовувати жалюзі, щоб контролювати рівень сонячного світла.

Застосовувати фільтри з металевої або нейлонової сітки не рекомендується, оскільки вони можуть спотворювати зображення через інтерференцію світла. Найбільш ефективні фільтри для екранів — це скляні поляризаційні фільтри, які практично повністю усувають відблиски і допомагають отримати чітке та контрастне зображення.

При роботі з текстовою інформацією, коли здійснюється введення даних, редагування тексту або читання з екрану, найбільш правильним і фізіологічно відповідним є використання чорного тексту на світлому фоні.

Монітор повинен бути розташований на робочому місці так, щоб

поверхня екрана була на рівні поля зору користувача на відстані 400-700 мм від очей. Для комфортної роботи потрібно забезпечити однакову відстань між очима і екраном, клавіатурою, а також текстом, що читається.

Зручну робочу позу при роботі з комп'ютером можна забезпечити за допомогою регулювання висоти робочого столу, стільця та підставки для ніг. Відповідною робочою позою є та, коли ноги користувача розташовані горизонтально на підлозі або на підставці для ніг, стегна знаходяться в горизонтальному положенні, а верхня частина рук — у вертикальному положенні. Кут ліктя має бути в межах 70-90°, а зап'ястя не повинні бути зігнуті під кутом більше ніж 20°. Нахил голови має становити 15-20°.

Для нейтралізації статичної електрики в приміщенні, де працюють комп'ютери, а також лазерні чи світлодіодні принтери, рекомендується підтримувати вологість повітря за допомогою зволожувачів. Окрім цього, носити одяг із синтетичних матеріалів не рекомендується.

Згідно зі статтею 18 Закону України "Про охорону праці", працівник зобов'язаний:

- знати і дотримуватись вимог нормативних актів з охорони праці, правил використання обладнання та інших виробничих засобів, а також користуватися засобами колективного і індивідуального захисту;

- виконувати зобов'язання щодо охорони праці, передбачені колективним договором та правилами внутрішнього трудового розпорядку;

- активно співпрацювати з керівництвом у питаннях організації безпечних умов праці, а також вживати заходів для усунення небезпечних виробничих ситуацій, які можуть загрожувати здоров'ю або життю працівника та його оточення, повідомляючи про небезпеку керівника або відповідальну особу.

Перед початком роботи потрібно виконати такі вимоги безпеки:

- увімкнути систему кондиціонування в приміщенні;
- перевірити надійність установа апаратури на робочому столі, правильно розташувати монітор так, щоб екран був під кутом, який забезпечує зручний огляд — під прямим кутом до очей, з невеликим нахилом вниз;

- перевірити загальний стан апаратури, звернувши увагу на справність електропроводки, з'єднувальних шнурів, вилок, розеток, заземлення;
- налаштувати освітленість робочого місця та перевірити зручність крісла для користувача;
- підключити необхідну апаратуру до системного блоку, при цьому кабелі повинні вставлятись або вийматися лише при вимкненому комп'ютері;
- увімкнути апаратуру комп'ютера в такій послідовності: монітор, системний блок, принтер (якщо передбачена робота з друком);
- відрегулювати яскравість екрану монітора, встановити оптимальний розмір пікселів, фокусування та контрастність зображення, не перевантажуючи очі надмірною яскравістю.

Рекомендується, щоб яскравість свічення екрана була не меншою за 100 кг/м<sup>2</sup>, а співвідношення яскравості монітора і навколишніх поверхонь не перевищувало 3:1. Мінімальний розмір пікселів на екрані має бути не більше 0,4 мм для монохромних моніторів і не менше 0,6 мм для кольорових, з контрастністю знаків не менше 0,8.

Вимоги безпеки під час виконання роботи:

- Клавіатура повинна бути стійко розташована на робочому столі, щоб уникнути її хитання чи рухів під час роботи. Потрібно сидіти прямо, не напружуючи спину або руки.
- Для забезпечення зручності роботи з пристроєм типу "миша", необхідно створити достатньо простору на столі для його вільного переміщення та для зручного упору ліктя.
- Забороняється використовувати рідинні або аерозольні засоби для чищення комп'ютерного обладнання.

Забороняється:

- Класти будь-які предмети на апаратуру комп'ютера, що може пошкодити обладнання.
- Закривати вентиляційні отвори на апаратах, оскільки це може призвести до перегріву і виходу з ладу пристроїв.



Для зниження впливу статичної електрики рекомендується час від часу доторкатися до металевих поверхонь, щоб нейтралізувати електричний заряд.

Вимоги безпеки після закінчення роботи:

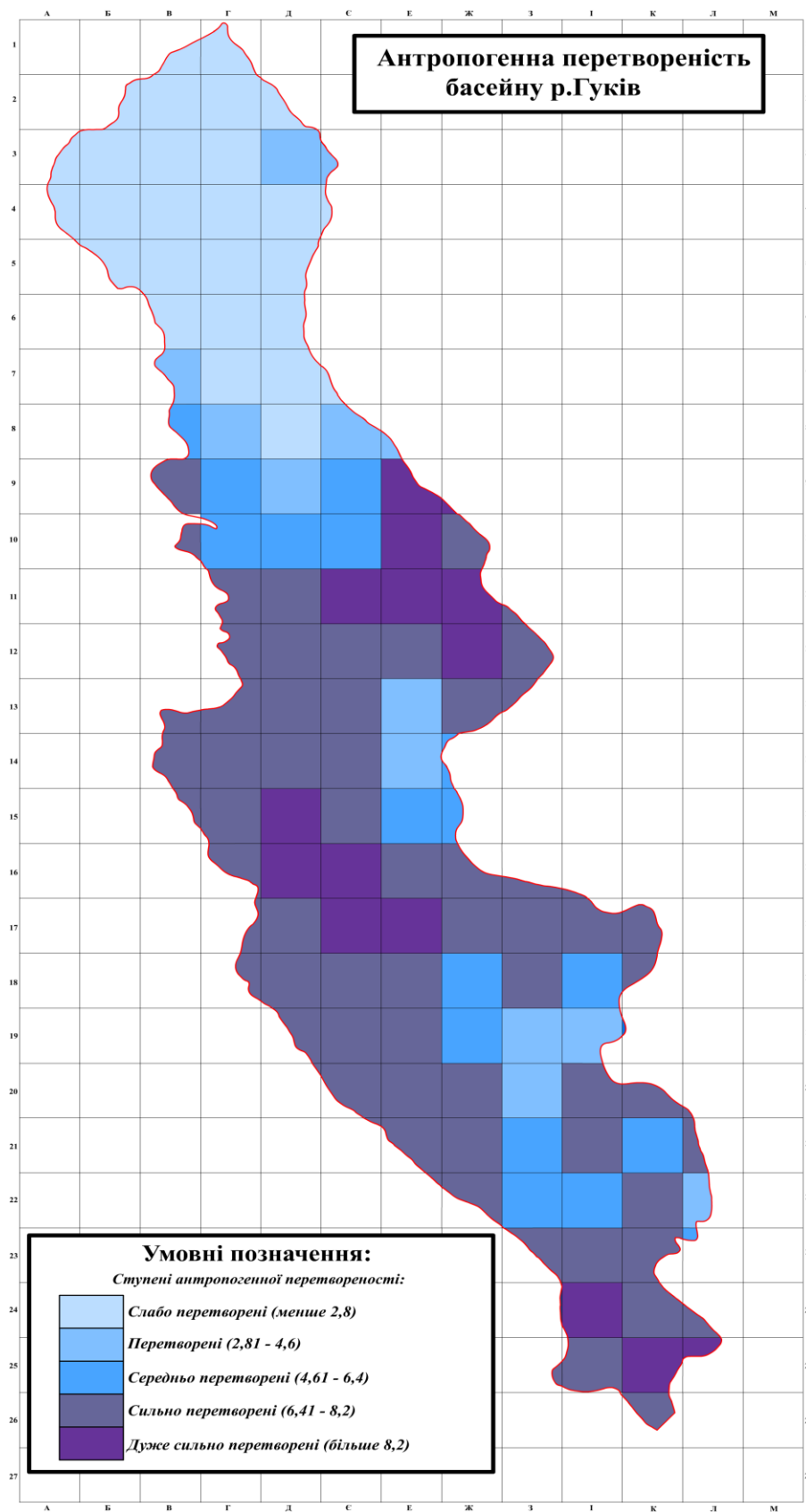
- Після завершення роботи необхідно зберегти усі зміни в файлах і записати їх на комп'ютер.
- Вимкнути принтер та інші периферійні пристрої, витягти штепсельні вилки з розеток. Рекомендується накрити клавіатуру кришкою, щоб уникнути потрапляння пилу.
- Прибрати робоче місце, викинути сміття, організувати порядок.
- Після роботи ретельно вимити руки теплою водою з милом.
- Вимкнути кондиціонер, освітлення і відключити загальне електроживлення.

Захист від статичної електрики:

Для запобігання негативному впливу статичної електрики в приміщеннях, де використовуються ПЕОМ, повинні застосовуватися спеціальні нейтралізатори та зволожувачі повітря. Всі комп'ютерні системи повинні бути заземлені або занулені. Підлога в приміщенні має бути антистатичного покриття для запобігання накопиченню статичного заряду. Окрім того, захист від статичної електрики повинен відповідати санітарно-гігієнічним нормам для напруженості електричного поля, і не перевищувати допустимий рівень у 20 кВ протягом години (згідно з ГОСТ 12.1045-84).

## Додатки

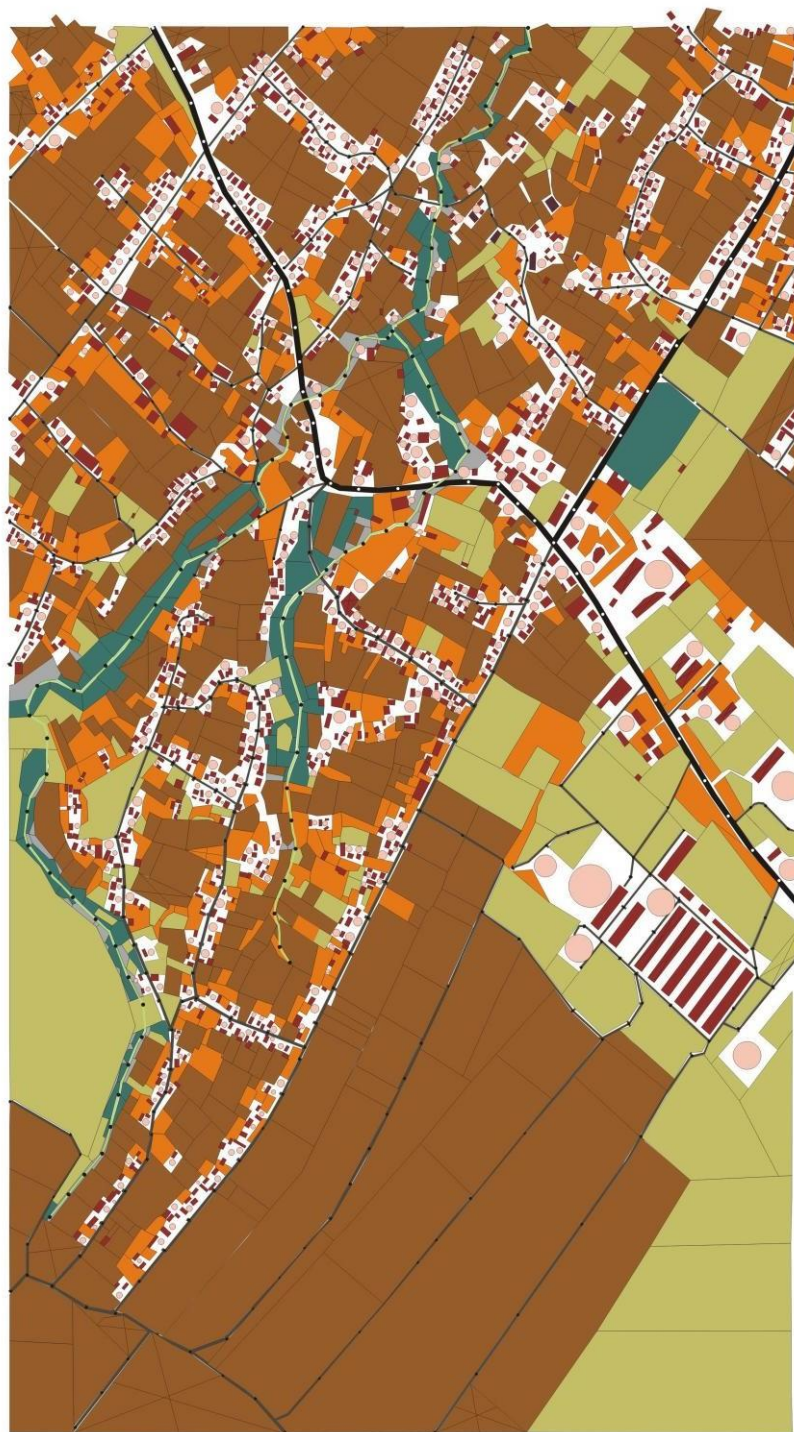
## Додаток А



Космічний знімок басейну р. Гуків (пд-зх частина, с. Рідківці)

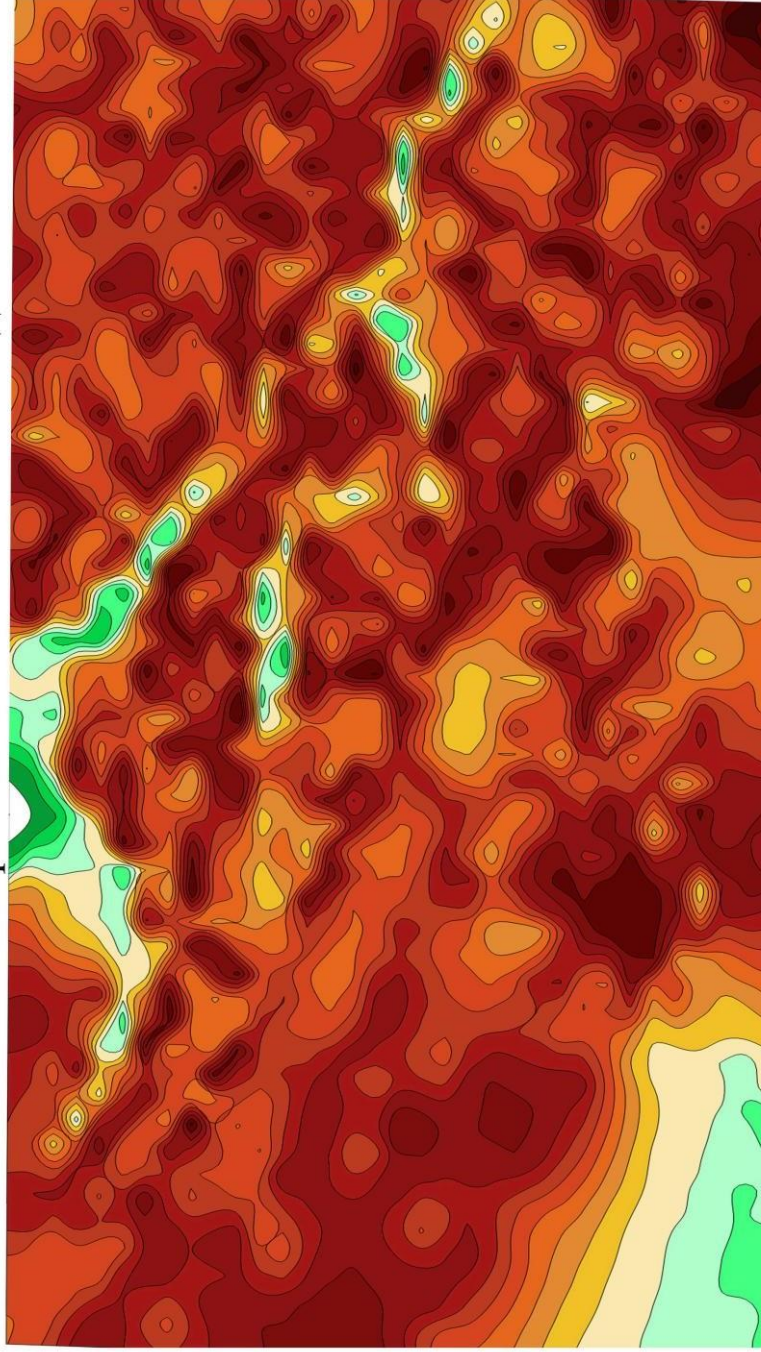


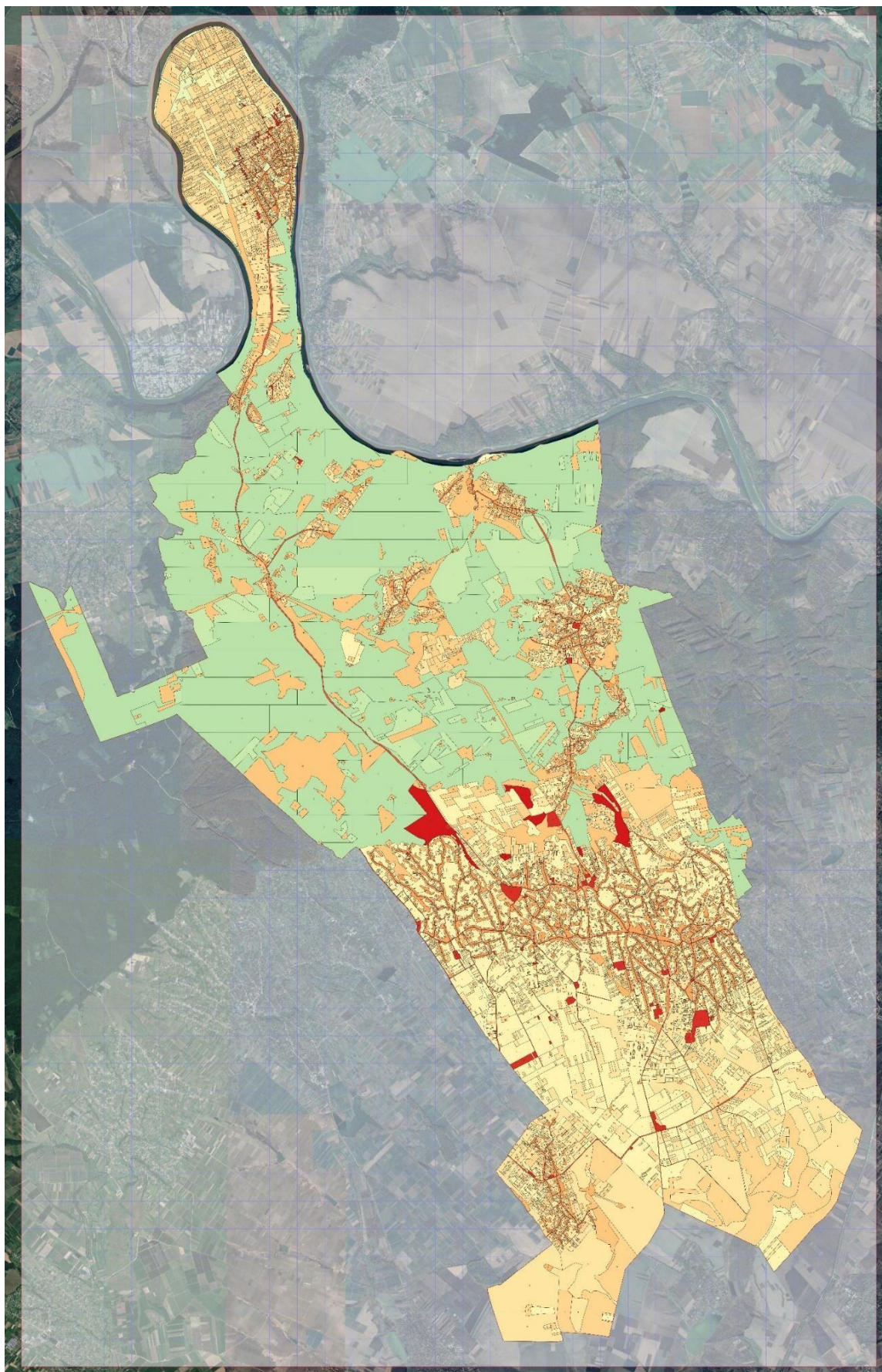
Оцифрований знімок ландшафтних комплексів в програмі CorelDrawX3



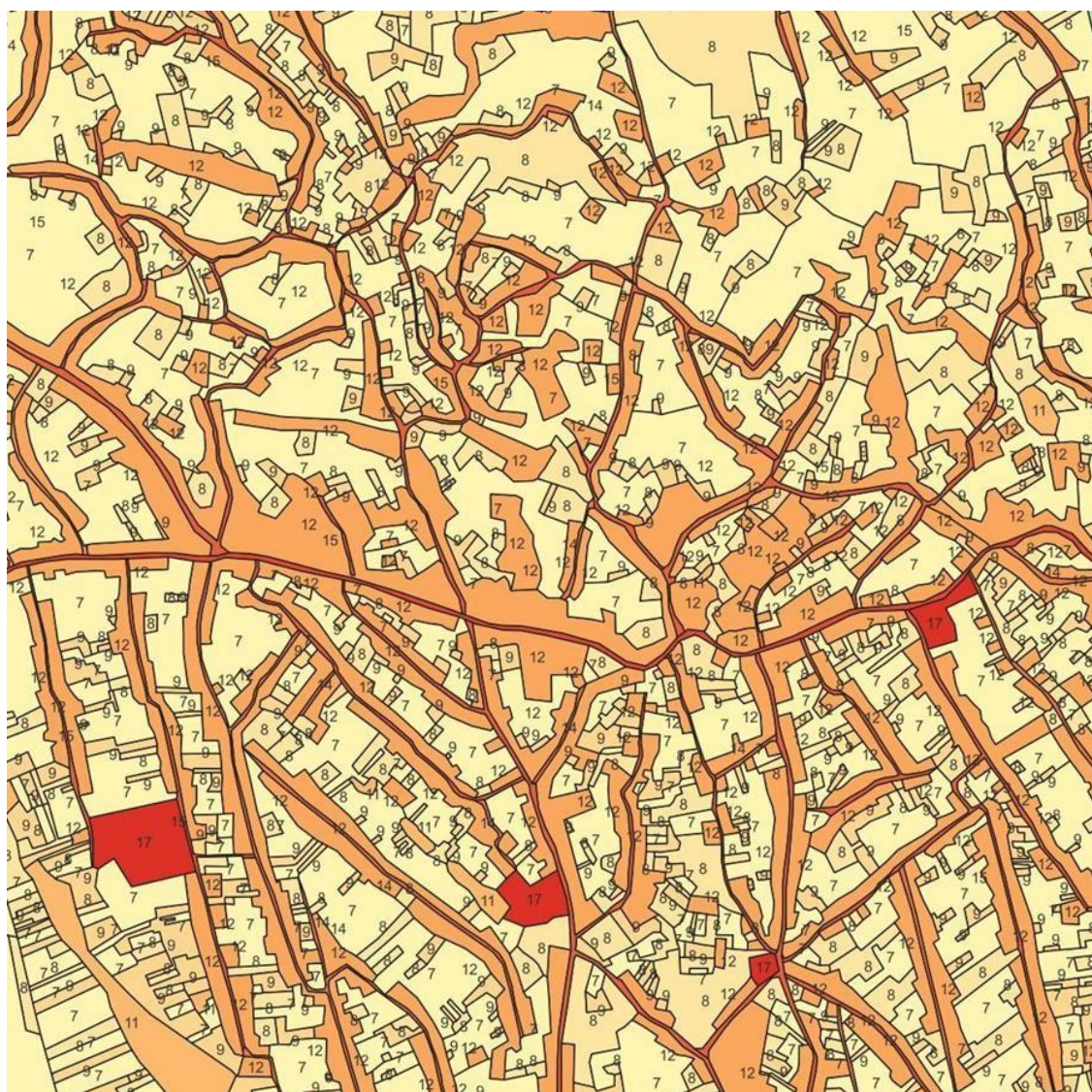
# Картохема інтенсивності антропогенного навантаження пд-зх частини басейну р. Гуків

Умовні позначення

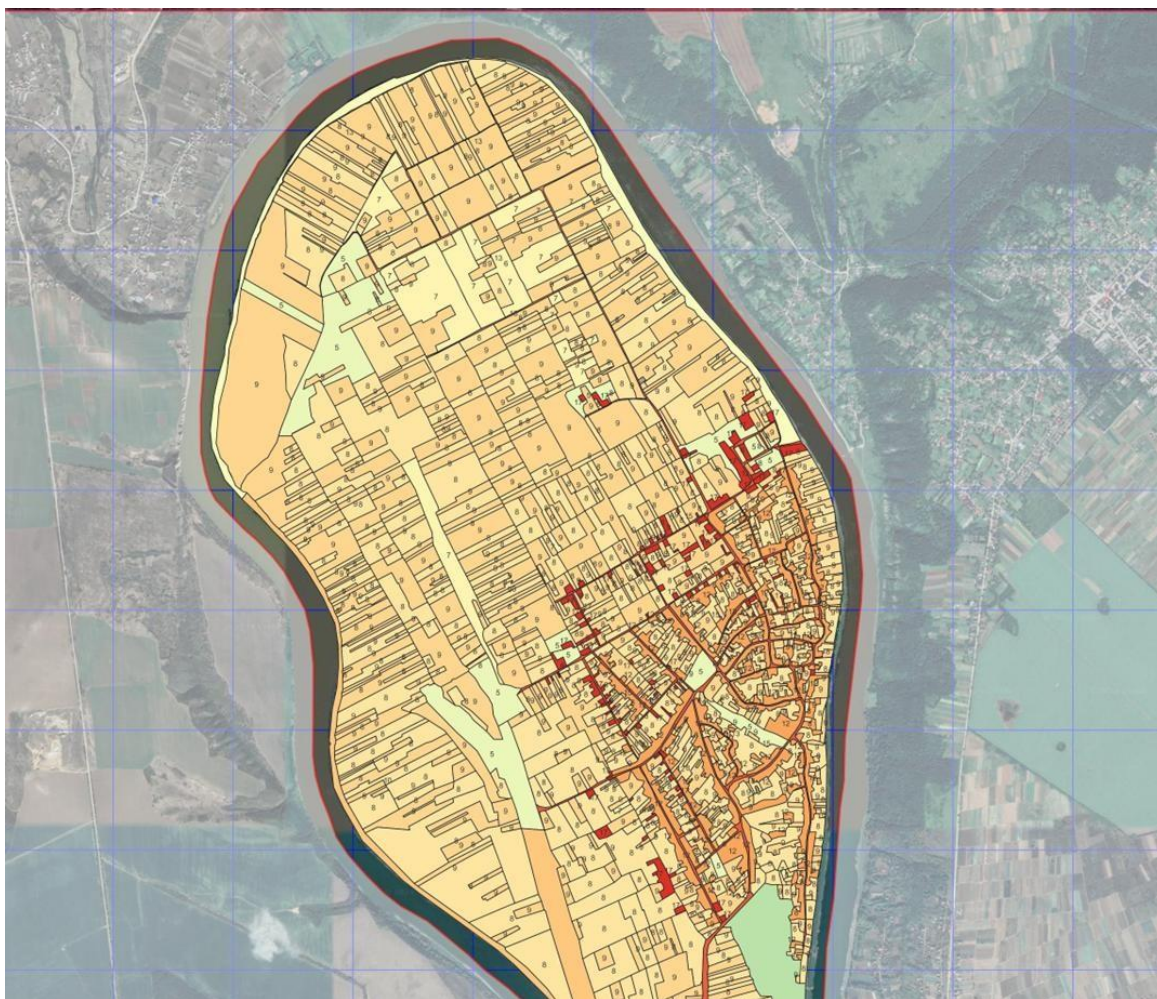




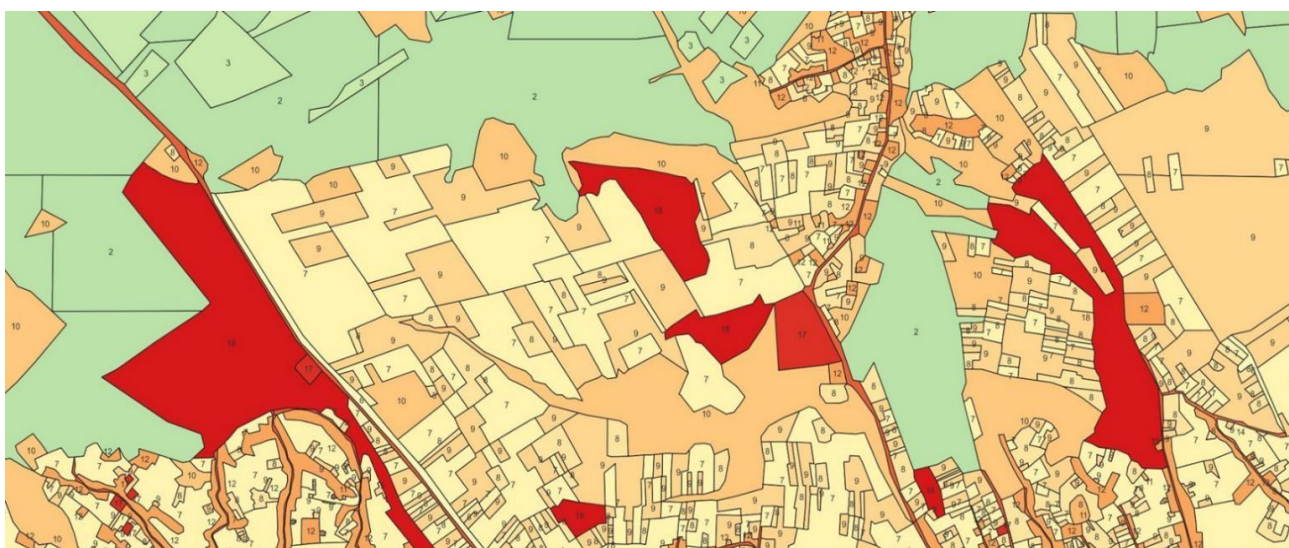
**Полігональна модель антропогенного тиску на територію Клішківцевої ТГ**



**Приклад структури антропогенного тиску в межах населеного пункту (Клішківці)**

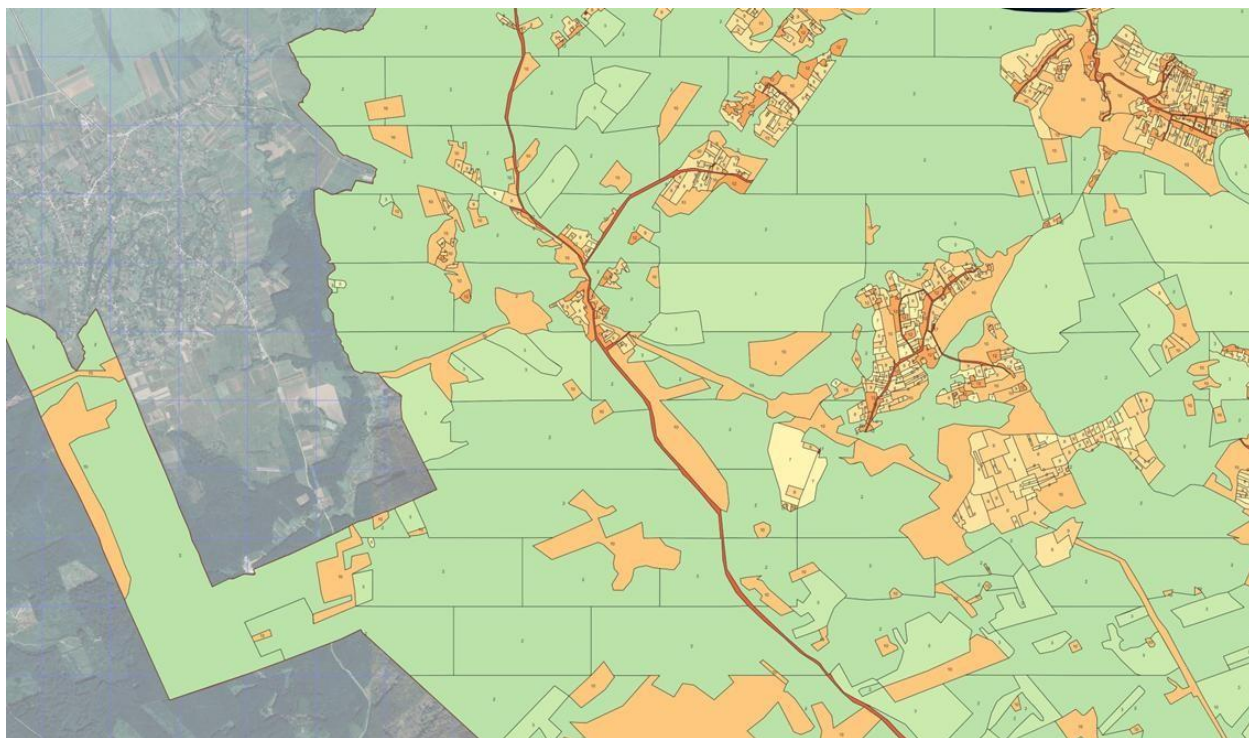


**Антропогенна трансформація Перебиковецької меандри**

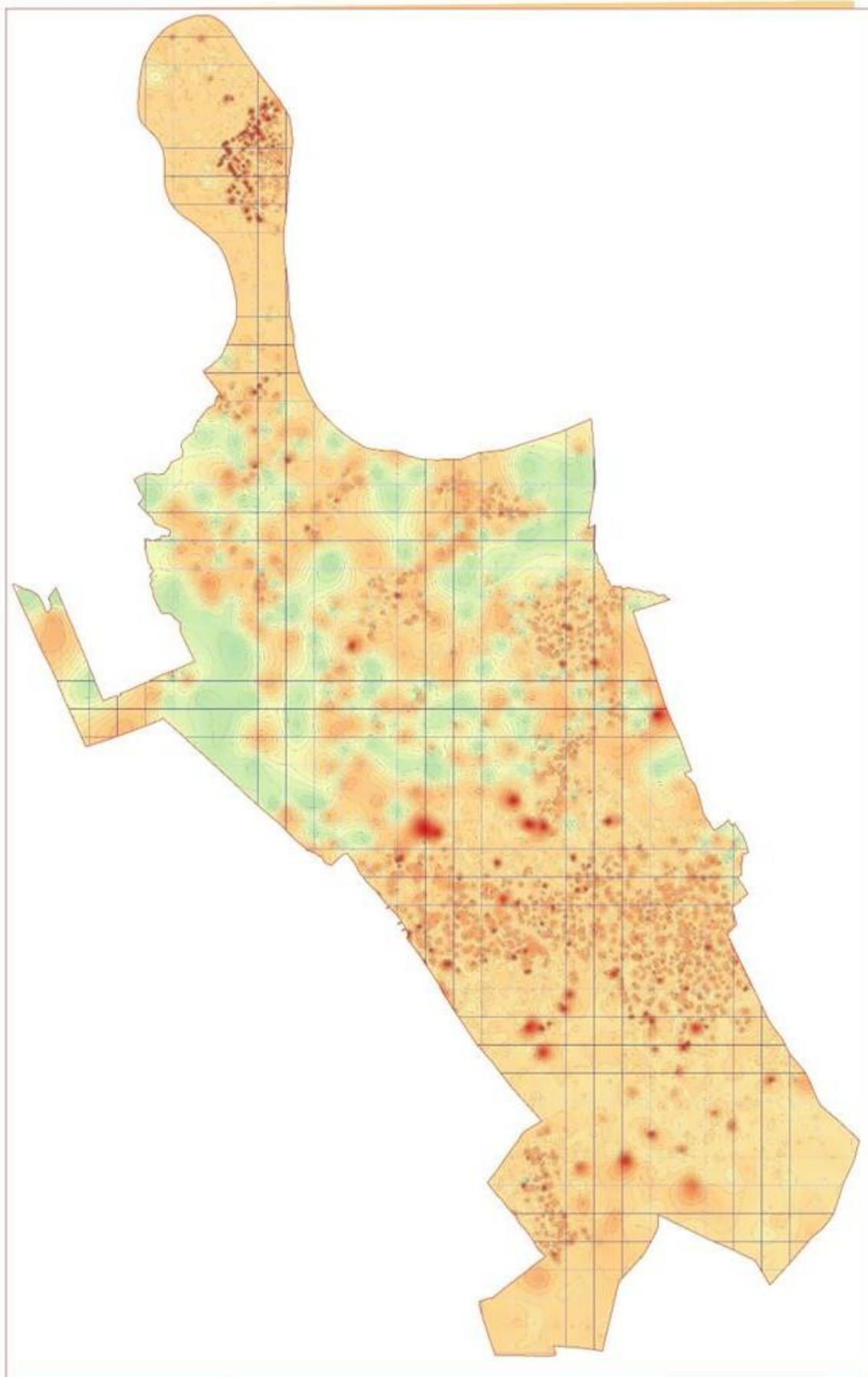


**Кар'єри Клішконецької ТГ**





**Лiсові масиви Клишківецької ТГ**



**Ізолінійна модель антропогенного тиску на територію Клішківцевої ТГ**

### Список цитованої літератури

1. Баришников Н.Б. Антропогенное воздействие на русловые процессы. Учебное пособие. – Л. – изд. ЛГМИ, 1990. – 21-25с., 84-87с.
2. Богатова Ю. І., Закономірності формування стоку біогенних речовин річки Дунай (українська частина) і його роль в евтрофуванні північно-західної частини Чорного моря., - Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук, Одеса – 2005.
3. Веприк Н. Сільськогосподарське землекористування на Буковині в кінці XVIII на початку XX ст. та його вплив на ландшафт // Наук.вісн.Чернівецького ун-ту: Зб.наук.праць. Вип.80: Географія. – Чернівці: ЧДУ, 2000. – С.117-120.
4. Волокітін М.П., Хан К.Ю., Сон Б.К. Вплив різногосільськогосподарського використання сірої лісовий ґрунту на її агрофізичні властивості.// Тези доповідей II з'їзду товариства ґрунтознавців. 1996 Санкт-Петербург. С. 68-69
5. Вопросы географии 118. Малые реки. – М: «Мысль», 1981. – 44-49с., 129-135с.
6. Гарун А.А. Про вплив пасовиську навантаження на гідрофізичний властивості ґрунті процесі опустелювання Терсько-Кумська низовини.// Тези доповідей ІІ з'їзду товариства ґрунтознавців. 1996 Санкт-Петербург. С. 69-70.
7. Геоекологічний стан басейну річки Луга. Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки І. М. Нетробчук канд. геогр. наук, Луцьк, 2011
8. Греков С.А. До питання про антропогенне перетворення території Чернівецької області // Наук.записки Вінницького держ.педун-ту. Серія: Географія. – Вип.6. – С.67-73.
9. Дутчак С. Можливості території та мотивація споживача турпродукту в питаннях дослідження туристсько-рекреаційних ресурсів // Науковий вісник

Чернівецького університету: Збірник наукових праць. Вип. 167: Географія. – Чернівці: Рута, 2003. – С. 194 – 201.

10. Закорчевна Н.Б., Національна політика управління водними ресурсами України, - Наук. стаття, Державний інститут управління та економіки водних ресурсів

11. Єріна А. М., Линюк О. Є., Статистична оцінка забруднення атмосфери України стаціонарними джерелами, - Наукові записки. Том 19. Спеціальний випуск.

12. Кирилюк С. Геоморфологічні умови Хотинського району для цілей садівництва // Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. Вип. 238: Географія - Чернівці: Рута. С.

13. Клименко Н.А., Лихо Е.А. Экологическое состояние рек Полесья Украины / Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан // Материалы V республиканской научной конференции.- Казань: Отечество, 2003.- С.153-154.

14. Ковальчук П.І., Демчук О.С., Бобер О.В., Прийняття рішень в підсистемі «Використання земель» інформаційно-аналітичної системи оцінки екологічного стану малих річок в умовах невизначеності та ризику., Наук. стаття, Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне.

15. Курганевич Л.П. Еколого-геоморфологічний аналіз басейну Західного Бугу: Автореферат дис.канд.геогр.наук.: 11.00.04/ Львівський нац.ун-т ім.І.Франка. – Львів, 2001. – 21с. 15

16. Ландшафти та геоекологічні проблеми Дністровсько-Прутського регіону: Матеріали міжнародної наукової конференції,присвяченої 130-річчю заснування ЧНУ ім.. Юрія Федьковича та 60-річчю створення кафедри фізичної географії (15-18грудня 2005р.). – Чернівці: Рута, 2005. – 26-27с.,36-39с., 74-75с.

17. Місцева програма відродження малих річок Чернігівської області на 2007-2010 роки та прогноз до 2015, Затверджено рішенням ІХ сесії районної ради V скликання, 2009

18. Мирон І.В., Використання та якість води річки Десни в межах Чернігівської області, - Наук. стаття, Ніжинський державний педагогічний університет імені Миколи Гоголя.
19. Мисковець І. Я., Антропогенні зміни в басейнах малих річок (на прикладі Волинської області), - Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, 2003.
20. Назарова О.В., Явкін В.Г. Просторові особливості стійкості русел в умовах антропогенного навантаження: Рукопис, 2005. – 201 с.
21. Н.И.Ахтырцева Опыт классификации антропогенных ландшафтов Материалы 2-й региональной конференции «Антропогенные ландшафты центральных черноземных областей и прилегающих территорий» Изд-во ВГУ, Воронеж, 1975. – 39-41с., 80-81с.
22. Процеси антропогенного впливу на навколишнє середовище. Асист. Л.І. Новосельська. Економіка, планування і управління в лісовиробничому комплексі. Науковий вісник, 2003, вип. 13.1
23. Регіональні особливості антропогенної перетвореності території Івано-Франківської області К. В. Дарчук Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича Т.-М. М. Атаманюк
24. Річкові долини. Природа – ландшафт - людина. Збірник наук. праць. Рецензенти: В'ячеслав Андрейчук, Володимир Круль, Богдан Рідуш, - Чернівці: «Рута», 2007. – 58-63с., 136-143с. 277-279с.
25. Рудий В.П. , Научно-технический сборник №93, Розробка державного стандарту України „Вода питна. Вимоги та контроль за якістю” // 36. доп. міжнар. конгресу „ЕТВК-2007”. – Ялта, 2007. – С.18-20. 25
26. Руслан Чигур, Причини зростання антропогенного навантаження на повітряний басейн Західного регіону України у 70-80 рр. ХХ ст.
27. Сабодаш М.В., Циба А.О., Ткаченко А.О. Видовий склад іхтіофауни річки Стугна // Наук. зап. Тернопільського держ. пед. університету. Серія: Біологія, № 4 (15) Спец. випуск: Гідроекологія. – 2001. – С. 183 –184

28. Фильчатов Л.П., Полищук В.В. Возрождение малых рек. – К.: Урожай, 1989. – 77-85с.
29. Шищенко П.Г. Прикладная физическая география. – К.: Вища школа, 1988. – 192с.
30. Ющенко Ю.С. Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел. – Чернівці: Рута, 2005. – 290-291с.
31. <http://есо.com.ua/1> Збірник матеріалів II-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю Інтернет-спільнота «Промислова екологія». Ліхо О.А., Бондарчук І.А. (Україна, Рівне)
32. <http://www.carpathians.eu/flora/pralisi-ukrajinskikh-karpat/pralis-chi-prirodnii-lis.html>