

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Географічний факультет
Кафедра геодезії та картографії

На правах рукопису
УДК 528.94

ОСОБЛИВОСТІ КАРТОГРАФУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ В УКРАЇНІ

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Галузь знань 10 – «Природничі науки»

Спеціальність 103 – «Науки про Землю»

Освітня програма – «Картографія, Географічні інформаційні системи, Дистанційне зондування Землі»

Випускна кваліфікаційна робота бакалавра
студентки 4 курсу бакалаврату
Діхтярь Вікторії Володимирівни

Науковий керівник –
кандидат географічних наук, доцент
Остроух Віталій Іванович

Допущено до захисту:

Протокол засідання кафедри № ___ від «___» _____ 20__ року

Завідувач кафедри

проф. Даценко Л. М.

Київ – 2023

РЕФЕРАТ

Розглянуто досвід картографування екологічної ситуації в Україні. Вивчення і аналіз попередніх досліджень та робіт, що проводились в цій галузі, дозволить отримати наукову базу для подальшої роботи над дипломним проектом. Розглянуті принципи картографування екологічної ситуації, методи, використані раніше та їх результати. Зокрема, проаналізовані роботи присвячені картографуванню забруднення повітря, води, ґрунтів, а також інших екологічних проблем.

Розглянуто принципи розвитку геоінформаційних технологій, які застосовуються в картографуванні екологічної ситуації та основні поняття та методи, що використовуються для збору, аналізу та візуалізації географічних даних. Особлива увага буде приділена геоінформаційним системам (ГІС) та їхній ролі в картографуванні екологічної ситуації, їхнім функціям та можливостям, що сприяють покращенню якості та точності картографічного представлення екологічних даних.

Досліджено різноманітні геоінформаційні методи та інструменти, що використовуються для картографування екологічної ситуації, опрацьовані методи виявлення, збору та обробки географічних даних, що включають в себе супутникову зйомку, аерофотозйомку, наземне обстеження та інші технології. Також розглянуті інструменти для аналізу та інтерпретації екологічних даних, включаючи геостатистику, моделювання та просторовий аналіз. Узагальнено теоретичні основи картографування екологічної ситуації в Україні.

У результаті експериментально-практичних досліджень, наповнено спеціалізовану базу даних та створено серію екологічних карт.

Вивчення досвіду розвитку геоінформаційних технологій та огляд геоінформаційних методів та інструментів надасть необхідну базу для подальшого дослідження та розробки геоінформаційної системи для картографування екологічної ситуації в Україні.

Ключові слова: екологічна карта, геоінформаційні технології, забруднення природного середовища, екологічні дані, просторовий аналіз.

	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КАРТОГРАФУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ	6
1.1 Вивчення досвіду картографування екологічної ситуації в Україні.	6
1.2 Дослідження розвитку геоінформаційних технологій у картографуванні екологічної ситуації	13
1.3 Геоінформаційні методи та інструменти для картографування екологічної ситуації	22
РОЗДІЛ 2. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ КАРТОГРАФУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ	28
2.1 Поняття та методи картографування екологічної ситуації в Україні	28
2.2 Обробка та аналіз статистичних даних для картографічного представлення екологічної ситуації	34
2.3 Побудова геоінформаційних карт екологічної ситуації в Україні	41
РОЗДІЛ 3. КАРТОГРАФУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ В УКРАЇНІ	47
3.1 Вибір джерел даних, їх аналіз та обробка для картографування екологічної ситуації в Україні	47
3.2. Побудова карт екологічної ситуації в Україні на основі геоінформаційних даних.....	49
3.3. Аналіз результатів, напрямки подальших досліджень та використання геоінформаційних технологій у картографуванні екологічної ситуації в Україні.	54
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58
ДОДАТКИ	1

ВСТУП

Оскільки у світі все більш уваги приділяється питанням сталого розвитку та екології, необхідність створення екологічних карт зростає. Географічні інформаційні системи (ГІС) стають потужним інструментом для збору, аналізу та представлення даних про стан навколишнього середовища. Враховуючи вирішальну роль збереження навколишнього середовища, вкрай необхідно розвинути комплексне розуміння того, як ГІС можна використовувати для картографування екологічної ситуації в Україні і дане питання є досить актуальним.

Мета роботи спрямована на ретельне дослідження та аналіз того, як ГІС можна використовувати для картографування екологічної ситуації в Україні, з кінцевою метою отримати неупереджене та всеохоплююче розуміння поточного стану навколишнього середовища.

Об'єктом дослідження є екологічна ситуація в Україні. Україна може похвалитися багатою та різноманітною природною спадщиною. На жаль, країна також стикається з численними екологічними викликами. Ці виклики включають забруднення ґрунту, повітря та води, втрату біорізноманіття, вирубку лісів та інші впливи спричинені людиною. Створивши комплексний огляд екологічної ситуації, можна розпізнати походження та наслідки цих екологічних проблем і розробити ефективні заходи для їх вирішення.

Предметом дослідження є методи та технології картографування екологічної ситуації в Україні з використанням ГІС. Робота передбачає аналіз наявних даних по умови навколишнього середовища, інтеграцію геопросторових даних, створення карт і візуальне представлення результатів.

Основні завдання:

- дослідити особливості екологічного картографування в Україні;
- провести огляд проектів та наукових досліджень, пов'язаних з картографуванням екологічної ситуації засобами ГІС;

- проаналізувати вплив сучасних комп'ютерних технологій на картографування екологічної ситуації;
- розглянути приклади успішної реалізації проектів з картографування екологічної ситуації в Україні;
- дослідити ресурси, які надають статистичні дані з екологічної сфери;
- створити тематичні карти, які відображатимуть стан екологічної ситуації на території України.

У роботі будуть використані різні джерела інформації, такі як статистичні дані, довідкові матеріали, наукові публікації та відкриті геопросторові дані. Також будуть використані методи аналізу та моделювання даних з використанням ГІС-технологій.

РОЗДІЛ 1. Теоретичні основи картографування екологічної ситуації

1.1 Вивчення досвіду картографування екологічної ситуації в Україні.

Розташована в самому серці Європи, Україна є значущою державою у справі збереження навколишнього середовища та забезпечення екологічної безпеки. Маючи величезну територію та багаті природні ресурси, Україна інвестує значні кошти у вирішення екологічних проблем та впровадження заходів із захисту навколишнього середовища.

В Україні картографування екологічної ситуації розпочалося у XIX столітті. Основною метою було зібрати та представити інформацію про стан навколишнього середовища. У першій половині XX століття картографування екологічної ситуації набрало обертів, у результаті чого були створені перші карти, які окреслювали зони забруднення промисловими підприємствами.

Протягом 1960-х років створювалися різноманітні картографічні матеріали для документування стану довкілля України. У зв'язку з цим Національною академією наук України проведено значну роботу по картографуванню забруднення як поверхневих, так і підземних водних джерел, стану ґрунтів та інших екологічних параметрів. У 1980-х роках використання комп'ютерних технологій значно поширилося в картографії та географічних інформаційних системах в Україні. Результатом цього впровадження стало підвищення точності та якості картографічних матеріалів. Крім того, це сприяло створенню перших в історії карт зон екологічного ризику та карт екологічних проблем.

У 1990-х роках, після проголошення незалежності та прийняття нових законів щодо охорони навколишнього середовища, картографування екологічного стану нашої держави стало одним з пріоритетів розвитку. Використовуючи дані із супутників, нові методи моделювання та інші сучасні технології, було створено нові карти [14].

Здатність збирати, досліджувати та відображати величезні обсяги даних щодо умов навколишнього середовища стала можливою завдяки державним і науковим

установам. З розвитком технологій і покращенням методів збору даних вчені тепер можуть використовувати різноманітні інструменти та методи для аналізу та представлення цієї інформації. У наступні роки було створено численні карти, які відображали різні аспекти екологічного стану України, включаючи, але не обмежуючись, забруднення води, лісові пожежі та забруднення ґрунту.

Протягом 1992 року Українським державним гідрометеорологічним інститутом було створено комплексну «Карту зон екологічних ризиків території України». Ця карта проілюструвала ступінь екологічної небезпеки в різних регіонах країни. У 1995 році була створена карта забруднення води Дніпра. У 1996 році був виданий «Атлас забруднення навколишнього середовища в Україні», який містив детальний огляд рівня забруднення повітря, ґрунтів і води на території України.

На початку 2000-х років точність і складність картографічних робіт значно зросла завдяки використанню новітніх технологій геоінформаційних систем. У 2002 році було розроблено «Атлас екологічних ризиків України», який містить складні картографічні дані, які досліджують ризики, пов'язані зі стихійними лихами, техногенними аваріями, забрудненням навколишнього середовища та іншими відповідними факторами. 2010 рік ознаменував собою започаткування Концепції розвитку картографування екологічної ситуації в Україні, яка визначила основні напрями роботи в цій галузі на 2011-2015 роки. Ця концепція стала підґрунтям для створення численних карт і геоінформаційних систем, що стосуються екологічного стану України, що сприяло подальшому розвитку картографії в цій галузі [15].

Численні видатні вчені зробили свій внесок у дослідження екологічної ситуації в Україні. Одним із таких є академік Національної академії наук В. Вернадський, який на рубежі ХХ століття присвятив свої зусилля охороні навколишнього середовища та екології. У 1926 році Вернадський опублікував працю «Наукові основи природознавства», в якій висунув уявлення про біосферу. У цьому творі він досліджував способи взаємодії різних живих організмів з навколишнім середовищем і з неживими факторами природи. Крім того, Вернадський торкнувся питання

відносин людства з природним світом і висловив стурбованість можливими наслідками порушення екологічної рівноваги. Збереження життя на Землі було для нього головним пріоритетом, і він наголошував на важливості підтримки екологічної рівноваги. Він заглибився у взаємозв'язок між біосферою та геосферою, досліджуючи, як вони взаємодіють одна з одною. В Україні почала формуватися і набирати обертів картографія екологічних умов.

Значний вплив на сферу екологічного картографування зробив відомий український географ, доктор географічних наук і професор М. Барановський. Ще в 1969 році був розроблений перший в історії екологічний атлас під назвою «Атлас боротьби зі шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур». У ньому задіяні методи інтерполяції для демонстрації уражених регіонів різними типами захворювань. Цей атлас став довідником для фахівців із захисту рослин і вчених-аграріїв, які займаються боротьбою зі шкідниками [9].

У 1980-х роках Михайло Барановський працював у студії «Картографія» Інституту географії АН УРСР. Тут він досліджував екологічну картографію, створив методику побудови карт, які точно відображали екологічний стан України. Завдяки його зусиллям було розроблено систему створення інтерактивних екологічних карт, які допомагають у моніторингу та прогнозуванні екологічного ландшафту країни.

О. Комаристий відіграв значну роль у створенні екологічної карти України на початку 1990-х років. Ця карта була новаторським комплексним картографічним зображенням екологічного стану України та мала вирішальне значення для підвищення екологічної обізнаності всієї країни. Крім того, він був відомим фахівцем у використанні супутникових зображень для вивчення змін у природних екосистемах та оцінки впливу антропогенних факторів на навколишнє середовище. Крім того, він зробив значний внесок у розвиток вітчизняної картографічної школи.

Загальновизнаним ім'ям у географії є В. Ільїн. Ільїн зробив значний вплив на сферу екологічного картографування своєю інноваційною методологією та детальною моделлю комплексного моніторингу екологічної ситуації. Ця модель

враховує численні показники екологічного стану природного середовища. Серед наукових заслуг Василя Ільїна – виготовлення унікальних карт, що відображають екологічну обстановку в різних регіонах України. Ці карти допомагають аналізувати зміни екологічного стану на цих територіях. За заслуги Ільїн нагороджений державними нагородами та відзнаками України, зокрема орденом «За заслуги» III ступеня та медаллю «За науку і техніку».

О. Бублик відомий український вчений, фахівець із вивчення картографії та екології. Він відомий своєю роллю як засновник і директор Інституту зоології НАН України. Під час своєї роботи він очолював лабораторію з картографії та геоінформатики. У своїй діяльності Олександр Бублик досліджував галузі зоології, біорізноманіття, екології, а також картографії.

У сфері екологічного картографування внесок Бублика виявився вагомим, особливо в картографуванні поширення рідкісних видів рослин і тварин. Співпрацював з іншими вченими над різноманітними виданнями, пов'язаними з екологічним картографуванням, такими як «Атлас рослин України» та «Атлас мінеральних ресурсів України. Крім того, він розробив методіку картографування та прогнозування змін екологічного стану, яка виявилася цінним ресурсом для оцінки екологічного стану різних регіонів.

Н. Шаблій, яка була науковим співробітником Інституту географії імені В.М. Короленка НАН України, присвятила свою роботу вивченню геоінформаційних технологій у картографуванні довкілля. Зокрема, вона була творцем технології картографування, яка використовує супутникові зображення для інтерпретації та створення карт екологічного стану різних регіонів. Ця технологія дозволила проводити більш комплексні дослідження та моніторинг екологічної ситуації в Україні.

М. Назаренко видатний український вчений, який заглиблювався у дослідження екологічних проблем. М. Назаренко зробив особливий внесок у розвиток системи картографування екологічних проблем, що демонструє різні

аспекти екологічного стану України. Ці карти містять забруднення повітря та води, лісові зони, утилізацію відходів, зони забруднення тощо.

М. Назаренко відомий як засновник і керівник Інституту екології та географії Академії наук України. Інститут проводить широкі дослідження навколишнього середовища та природних ресурсів. Окрім роботи в інституті, Назаренко очолював Комітет Верховної Ради України з питань охорони навколишнього природного середовища. Він також був одним із головних осіб, відповідальних за концепцію національної екологічної програми в Україні.

С. Дубовик працював над проблемами дистанційного зондування Землі та створив алгоритми, які ефективно обробляють супутникові знімки з метою картографування екологічних проблем.

Один із піонерів у дослідженні геоєкології урбанізованих територій та забруднення повітря в Україні є О. Кравець. Він досліджував процес забруднення водойм і розробив методику картографування водного середовища.

Кравець керував дослідженнями екологічної ситуації в кількох регіонах, зокрема в басейнах річок Дніпро та Західний Буг, а також Харківського водосховища. Крім того, він брав участь у розробці геоінформаційної системи, яка має на меті оцінювати та прогнозувати стан навколишнього середовища України [22].

С. Дубовик та О. Кравець створили алгоритм, який використовує дані супутникового зондування для визначення показника балансу водяної пари, що є цінним ресурсом для аналізу змін клімату та екологічних умов у різних регіонах України. Окрім проведення досліджень деградації ґрунту, вирубки лісів та інших екологічних проблем, вони активно працювали над розробкою методів виявлення та моніторингу цих проблем за допомогою технології супутникового зондування.

Великий внесок у вивчення впливу забруднення навколишнього середовища на здоров'я людини зробив вчений-медик М. Амосов. Його дослідження були зосереджені на розумінні того, як фактори навколишнього середовища можуть

впливати на добробут населення, і він розробив заходи, які допоможуть запобігти цим факторам і контролювати їх. У своїх працях Амосов наголошував на важливості використання карт як засобу відображення екологічної ситуації та її впливу на здоров'я людини. Він був прихильником створення карт, які не лише висвітлювали розподіл забруднюючих речовин, але й стан здоров'я населення в зоні їхнього впливу. Робота Амосова була фундаментальною для розвитку екологічного картографування в Україні, а також сприяла його застосуванню в галузі охорони здоров'я та екології.

У сфері радіоактивного забруднення І. Шевченко тісно співпрацював як з ООН, так і з Міжнародним агентством з атомної енергії. Це допомогло створити комп'ютеризовану систему картографування для відстеження екологічних умов Дніпра та його приток. Крім того, Шевченко сформулював інноваційні методи та алгоритми для ефективної обробки геоінформаційних даних, які можна використовувати для вирішення проблем забруднення навколишнього середовища.

Автором багатьох публікацій і наукових робіт з екологічного картографування є Е. Бондаренко, деякі з яких присвячені дослідженню впливу діяльності людини на довкілля. Основну увагу в своїх дослідженнях зосередив на екологічних проблемах, які притаманні для різних регіонів України. Він також створив картографічні матеріали для їх аналізу. Одним із його значних заслуг стало співавторство виданого у 2006 році атласу «Екологічний стан природних комплексів України», який містить відомості про стан навколишнього середовища в різних куточках країни. Окрім цього, він відіграв роль у створенні систем моніторингу якості повітря та відповідних картографічних матеріалів у містах України, що дозволило своєчасно виявляти та контролювати забруднення повітря [1].

Український географ О. Стецюк – доктор географічних наук, професор, наукова діяльність якого зосереджена на екологічній географії. Стецюк відіграв вирішальну роль у розробці методики картографування екологічного стану різних регіонів України. Зокрема, він зробив значний внесок у створення Екологічного

атласу України, який вперше було видано у 2003 році. Атлас включає 34 тематичні карти, які детально описують найважливіші екологічні проблеми України, зокрема забруднення повітря, ґрунтів і води, відходи. управління, радіаційної безпеки та ін. Наразі існує чимало заходів, спрямованих на картографування екологічної ситуації в Україні, багато з яких використовують відкриті дані. В Україні картографія стала ключовим засобом для вирішення екологічних проблем, зокрема щодо моніторингу забруднення повітря та води, управління відходами та інших аспектів екологічної безпеки. Картографія також ефективно сприяла розумінню екологічних проблем в Україні серед громадськості та дослідників із різних галузей, дозволяючи розробляти потенційні рішення.

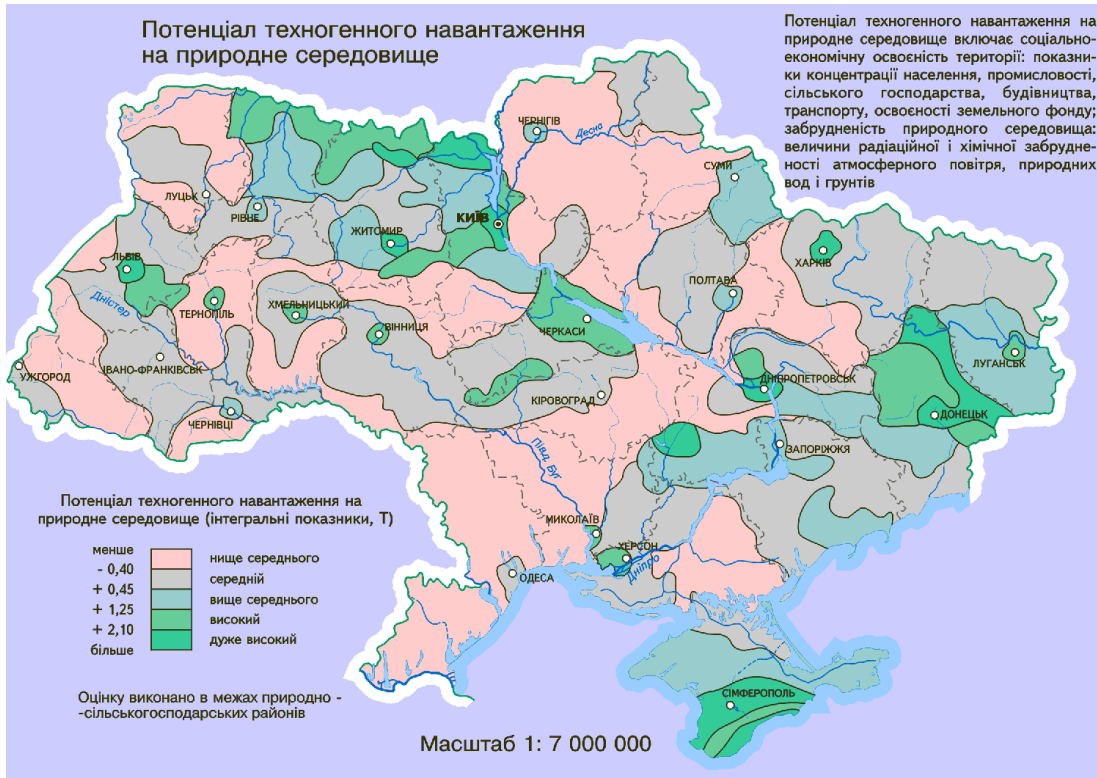


Рис. 1.1 Карта «Потенціал техногенного навантаження на природне середовище» з Екологічного атласу України.



Рис. 1.2 Карта «Сумарна забрудненість природного середовища» з Екологічного атласу України.

1.2 Дослідження розвитку геоінформаційних технологій у картографуванні екологічної ситуації

Картографування екологічної ситуації стало швидко розвиватись із застосуванням геоінформаційних технологій. У 1960-х роках вчені вперше почали використовувати комп'ютерні технології для аналізу геопросторових даних, щоб створити карти, які точно відображали б екологічну ситуацію. Це поклало початок інтеграції ГІС у картографію навколишнього середовища.

Етапи впровадження ГІС в картографування екологічної ситуації:

Хоча перші ГІС з'явилися в 1960-1970-х роках, вони були досить рудиментарними і недоступними для більшості вчених і дослідників.

Протягом 1990-х років ГІС-технології пройшли значний етап розвитку, який відкрив нові можливості. Створено високоточні карти та спеціалізовані бази даних з інформацією про забруднення навколишнього середовища, що дає змогу аналізувати

екологічний стан. Реалізовано векторну модель даних, що забезпечує більш точне представлення топології об'єкта на картах. Крім того, у цей період з'явилися нові методи аналізу даних, такі як геостатистика та методи машинного навчання.

У 2000-х роках відбувся зсув у бік технології веб-ГІС, завдяки чому картографування умов навколишнього середовища стало легшим і зручнішим. З'явилося нове програмне забезпечення та сервіси для роботи з геоданими, які дозволяють не лише відображати картографічну інформацію, але й збирати, обробляти та аналізувати дані в реальному часі. Значне збільшення геопросторових даних, особливо із супутникових джерел, призвело до появи інноваційних методів картографування екологічних умов, таких як дистанційне зондування Землі та аерофотозйомки [21].

Відкриті геодані та відкриті стандарти, що з'явилися в 2010-х роках, значно спростили процес доступу до даних і можливості картографування ГІС.

У наш час ГІС стала основним інструментом для екологічних досліджень і заходів, полегшуючи збір, обробку та представлення даних у режимі реального часу для моніторингу стану навколишнього середовища. Як додаткова перевага, впровадження передових інструментів, таких як штучний інтелект і машинне навчання, починає автоматизувати збір і аналіз геопросторових даних, тим самим підвищуючи точність і продуктивність картографування навколишнього середовища.

Слід зазначити, що впровадження ГІС-технологій має значні можливості для вирішення глобальних екологічних проблем, таких як зміна клімату, втрата біорізноманіття, забруднення води та повітря. Використовуючи такі технології, довкілля може стати безпечнішим місцем для майбутніх поколінь.

Використання ГІС-технологій є ключовим інструментом у моніторингу та аналізі умов навколишнього середовища. Це дозволяє консолідувати інформацію з багатьох джерел, таких як аерофотознімки, супутникові зображення, лазерна зйомка та польові вимірювання. Ці дані потім перетворюються на картографічні візуалізації,

які пропонують більш зрозумілу та аналітичну перспективу. Відображаючи стан навколишнього середовища, технологія ГІС дозволяє ідентифікувати складні взаємозв'язки між різними змінними навколишнього середовища, а отже, визначити ефективні підходи до їхнього регулювання. Ці дослідження відіграють важливу роль у збереженні природних ресурсів і сприянні сталого розвитку. На цю тему було започатковано численні проекти, деякі з яких наведено нижче:

Проект ГІС Global Forest Watch є значним досягненням у екологічному картографуванні. Його заснування датується 2014 роком, і його головною метою є відстеження та моніторинг змін у лісовому покриві по всьому світу. Використовуючи ГІС-технології та супутникові зображення, проект збирає дані про вирубку лісів, забруднення навколишнього середовища та зміни лісового покриву. Потім ці дані використовуються для створення комплексних карт лісистих територій із визначенням регіонів втрати та знищення лісів. Регулюючи взаємодію між людьми та природою, Global Forest Watch сприяє стійкості лісових ресурсів і мінімізує негативний вплив на навколишнє середовище.

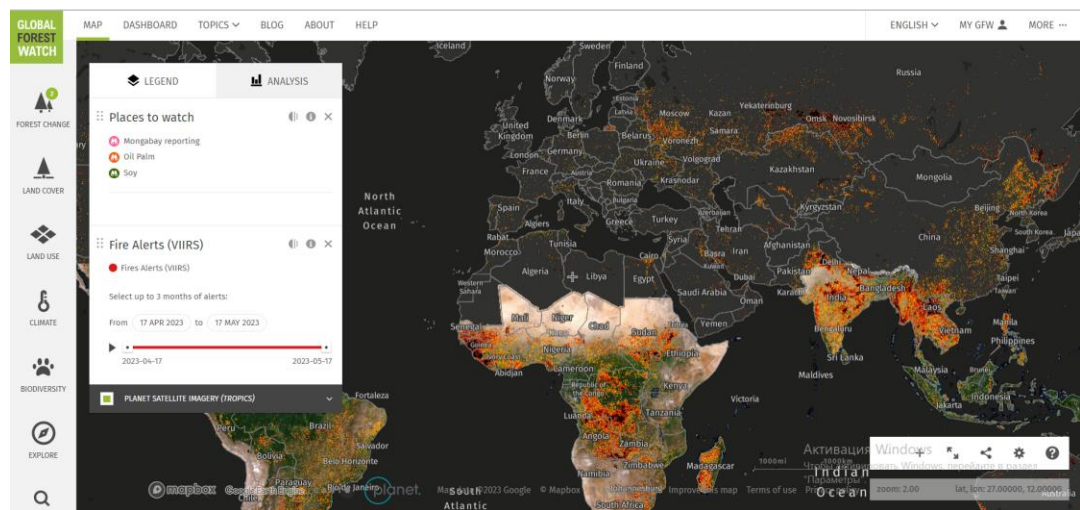


Рис. 1.3 Офіційний сайт проекту Global Forest Watch [23]

Marine Ecosystem Analysis and Prediction (MEAP) – це проект, який зосереджується на моніторингу морських екосистем. Ця ініціатива використовує дані із супутників, дронів і традиційних морських вимірвальних приладів.

Результати цього проекту використовуються для зміцнення управління прибережними зонами, розвитку рибальства та збереження морських видів.

Ecological Marine Units (Екологічні морські зони), запущена в 2017 році, використовує технологію ГІС для створення повної карти морських екосистем. Враховуючи численні фактори, такі як географія, клімат та інші аспекти навколишнього середовища, EMU надає науковцям і екологам цінну інформацію про структуру та поведінку морських екосистем. Крім того, цей проект є важливим інструментом для моніторингу та захисту цих екосистем.

Проект, відомий як Global Fishing Watch, використовує супутникові дані та ГІС-технології для створення візуальних зображень рибальства в усьому світі. Таким чином, ця ініціатива дає змогу виявляти нерегульовану та незаконну рибну діяльність, а також ідентифікувати види, які виловлюються незаконно. Крім того, він допомагає в розробці планів збереження морських екосистем і належного використання рибних ресурсів.

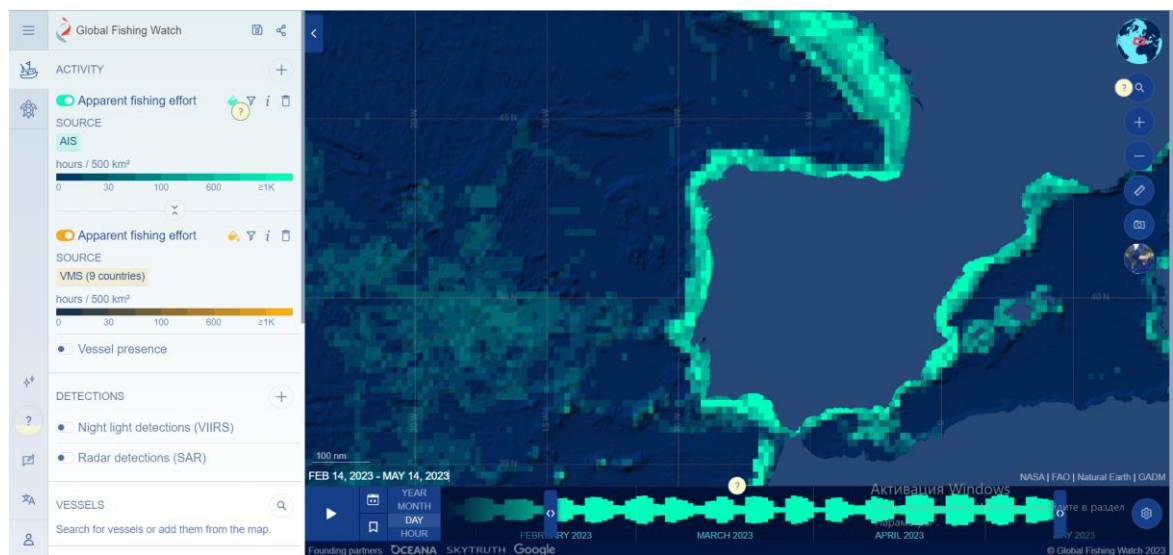


Рис. 1.4 Офіційний сайт проекту Global Fishing Watch [26]

Проект Global Urban Tree Density, запущений у 2020 році, спрямований на картографування густоти дерев у містах по всьому світу. Мета цього проекту надати міським планувальникам і екологам цінну інформацію про статус зелених насаджень у містах, а також забезпечити збереження та покращення цих територій.

Запущений у 2009 році проект Geo-Wiki має на меті залучити простих людей до допомоги в зборі даних про земний покрив. Ці дані згодом аналізуються та обробляються за допомогою технології ГІС і застосовуються для створення карт, які висвітлюють зміни в ґрунтовому покриві. Ця методологія дозволяє ідентифікувати екологічні проблеми, такі як вирубка лісів, ерозія ґрунту тощо.

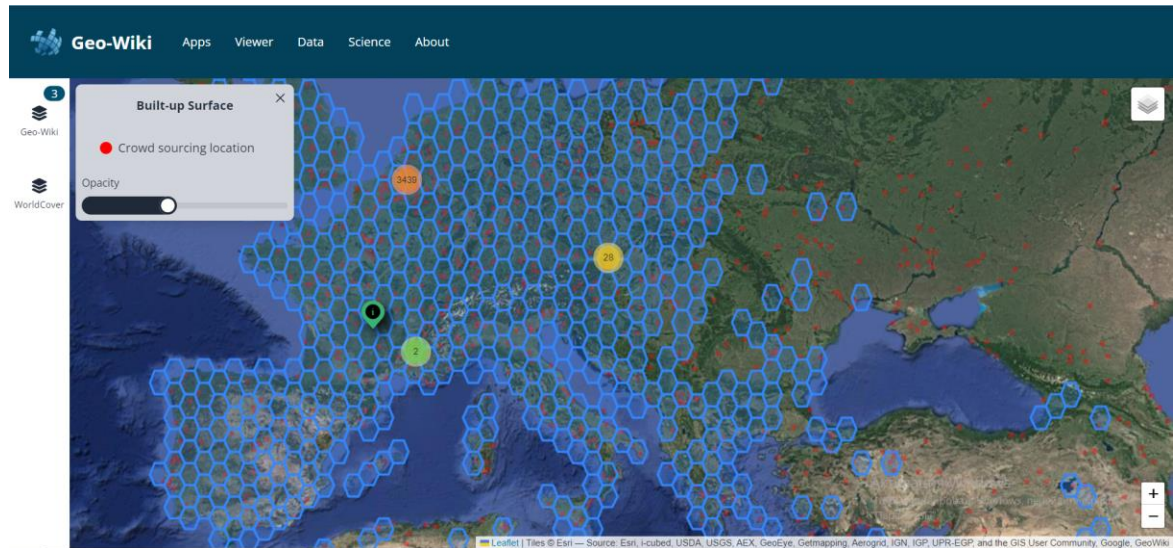


Рис. 1.5 Офіційний сайт проекту Geo-Wiki [27]

Ініціатива LandPKS використовує технологію ГІС для створення топографічних зображень земельних ресурсів, що дозволяє точно оцінювати продуктивність ґрунту в сільському господарстві та інших подібних заняттях. Цей підхід гарантує, що землекористування оптимізоване для ефективності, стійкості та захисту від погіршення якості ґрунту.

Planet Labs це проект, спрямований на комплексне картографування та постійний моніторинг змін навколишнього середовища. Завдяки передовим технологіям Planet Labs має можливість надавати неймовірно точні та актуальні дані про зміни клімату, лісів, річок і океанів. Ці дані мають вирішальне значення для виявлення та вирішення екологічних проблем.

Проект WaterWatch – використовує технологію ГІС для відстеження та картографування водних ресурсів. Цей проект дозволяє спостерігати за змінами в

різних водоймах, включаючи річки та озера. Це також корисно для виявлення забруднення води та оцінки загальної якості водних ресурсів.

Environmental Impact Assessment Project. Проект оцінки впливу на навколишнє середовище зосереджений на використанні ГІС для визначення можливого екологічного впливу різноманітних заходів, починаючи від будівництва нових доріг і закінчуючи встановленням гідроелектростанцій, викидів промислових забруднень та інших секторів. Для проведення оцінки збирається та аналізується інформація щодо екологічної чутливості регіону, забруднення води та повітря, складу ґрунту та інших факторів. Подальші карти, створені в ході проекту, допомагають визначити регіони, де можуть виникнути проблеми, і розробити продуктивні стратегії для їх вирішення.

Global Land Use Mapping Project - це ініціатива, яка використовує технологію ГІС для створення карт землекористування по всьому світу. GLUMP отримує дані із супутників, щоб точно визначити різні категорії землекористування, які включають, але не обмежуються лісами, сільськогосподарськими угіддями та водоймами. Ці карти допомагають аналізувати зміни у землекористуванні, що є ключовим аспектом планування землекористування та збереження біорізноманіття.

Іншим прикладом є проект під назвою «Визначення впливу господарської діяльності на якість поверхневих вод басейну річки Дніпро». Це конкретне дослідження збило дані про забруднення поверхневих вод з різних станцій моніторингу водних ресурсів вздовж річки Дніпро. Завдяки використанню ГІС стало можливим не тільки візуалізувати розподіл забруднення вздовж річки, але й визначити, які території найбільше постраждали від господарської діяльності та її впливу на якість води [22].

Ще одним прикладом є дослідження під назвою «Визначення місць, що піддаються ерозії на території Національного парку «Сколівські Бескиди» з використанням методів ГІС». У дослідженні використовувалися цифрові моделі рельєфу та дані дистанційного зондування Землі, щоб визначити місця, найбільш схильні до ерозії ґрунту. Результатом дослідження стало створення карти, яка

класифікує території з високим, середнім і низьким ризиком ерозії ґрунту, що може бути корисним для планування землекористування в межах національного парку.

Використання ГІС в екологічно орієнтованій картографії має широкий спектр застосувань. Це полегшує дослідження та прогнозування змін навколишнього середовища, а також збір та аналіз величезної кількості даних. Крім того, це дозволяє ідентифікувати території, де людська діяльність має шкідливий вплив на навколишнє середовище. Відображаючи екологічні ситуації за допомогою ГІС, стає можливим приймати обґрунтовані рішення щодо збереження навколишнього середовища та захисту довговічності екологічних систем. Аналізуючи картографічну інформацію, стає можливим визначити найбільш сприятливі регіони для створення нових підприємств, а також визначити ідеальні місця для встановлення вітрових турбін і сонячних панелей. Це не тільки покращує якість повітря, але й зменшує шкідливий вплив на навколишнє середовище. Крім того, картографічні дані можна використовувати для виявлення проблемних регіонів, які потерпають від ерозії ґрунту, забруднення води та різноманітних інших проблем, що дозволяє вжити необхідних заходів для їх вирішення.

Використання геоінформаційних технологій для моніторингу природних ресурсів та екосистем є значним завданням. Для досягнення цієї мети створено бази даних для розміщення інформації щодо стану якості ґрунту, водних ресурсів, лісистих регіонів, територій із спеціальними правилами тощо. Потім ці дані використовуються для створення карт та інших географічних інформаційних продуктів, які надають цінну інформацію про поточний стан навколишнього середовища та актуальні екологічні проблеми. Галузь дистанційного зондування Землі швидко розвивається, дозволяючи отримувати вичерпні відомості про стан навколишнього середовища та зміни, яких воно зазнає. Одним із найбільш важливих застосувань дистанційного зондування є використання супутникових зображень, які дозволяють безперервно відстежувати зміни в ландшафтах. Це також дозволяє

аналізувати рівні забруднення повітря, води та ґрунту, а також вимірювати викиди шкідливих речовин у промислових та інших зонах.

Хоча ГІС-технології швидко вдосконалюються, картографи та науковці все ще стикаються з певними труднощами в цій сфері. Екологічний сектор в Україні стикається з різними викликами, одним із яких є недостатній доступ до відкритих даних щодо стану довкілля. Наприклад, щоб створити карти, необхідно мати оновлені та точні дані про воду, ґрунт, забруднення повітря тощо. Однак такі дані малодоступні та обмежені для загального використання. Крім того, існує потреба у вдосконаленні методології визначення екологічного стану території шляхом застосування ГІС-технологій. Для повного розуміння екологічного стану території вкрай важливо враховувати численні фактори, такі як забруднення лісів, повітря, води, ґрунту та інших природних компонентів [12].

Обмін і стандартизація даних є проблемою для тих, хто працює в цій галузі. Часто інформацію про навколишнє середовище збирають і записують у різних форматах, що робить обмін даними між органами влади та науковцями заплутаним процесом. Щоб вирішити цю проблему, стандартизація даних і методів картографування є надзвичайно важливою справою.

Одним із важливих питань у галузі екологічних досліджень є необхідність розробки програмного забезпечення, спеціально розробленого для аналізу та візуалізації геопросторових даних. Дефіцит такого програмного забезпечення є проблемою для дослідників, ускладнюючи роботу з даними та, як наслідок, знижуючи ефективність роботи в цій галузі.

Питання точності та надійності є актуальною проблемою як для картографів, так і для вчених. Зокрема, важливо визнати можливість неточностей, які можуть виникнути під час збору та аналізу даних, а також властиву неточність, яка є невід'ємною частиною екологічних вимірювань. Щоб підвищити точність і надійність результатів, використовуються численні методи, серед яких калібрування даних, географічна прив'язка та впровадження статистичних методологій.

Однією з основних проблем у методології є відсутність комплексного методу екологічного картографування, який вимагає розгляду всіх елементів екосистеми та їх взаємозв'язку. Недостатня взаємодія науковців, картографів та представників відповідних галузей, наприклад екологів, може призвести до неефективного застосування результатів досліджень на практиці.

Щоб вирішити ці проблеми, необхідно зробити певні кроки. Серед найважливіших – розширення кількості кваліфікованих фахівців з геоінформатики та екологічного картографування. Для досягнення цієї мети можна розробити спеціалізовані навчальні програми та курси, щоб навчати людей ефективному використанню геоінформаційних технологій для картографування екологічних умов в Україні.

Щоб підвищити точність і ефективність роботи з екологічними даними, необхідно заохочувати створення та використання нових методів і програмного забезпечення для екологічного картографування. Такі розробки дозволять досягти вищих ступенів точності та ефективності в оцінці стану навколишнього середовища, забезпечуючи при цьому, що дані про його стан є готовими та легкодоступними. Необхідно докладати зусиль для стандартизації як даних, так і процедур картографування щодо екологічного статус-кво. Це має вирішальне значення для запобігання проблемам, які можуть виникнути внаслідок обміну даними між різними установами, і для встановлення єдиного підходу до всієї роботи, що виконується в цій сфері.

Вкрай важливо адекватно розподілити фінансові ресурси на розвиток і використання геоінформаційних технологій. Завдяки цьому галузь може розвиватися та підтримувати необхідні стандарти точності та ефективності обробки екологічних даних.

1.3 Геоінформаційні методи та інструменти для картографування екологічної ситуації

Існують широкі можливості для картографування екологічної ситуації з використанням сучасних ГІС-програм і засобів. Серед найбільш популярних програм і інструментів можна виділити наступні:

Серед професіоналів у галузі екології та інших наук про навколишнє середовище ArcGIS вважається однією з найбільш часто використовуваних ГІС-програм. Завдяки своїм різноманітним можливостям програма дозволяє користувачам обробляти, аналізувати та візуалізувати геодані, отримані з різних носіїв, таких як супутникові зображення та лазерне сканування поверхні Землі. ArcGIS також пропонує безліч варіантів візуалізації, включаючи діаграми, графіки та карти, які допомагають в аналізі та інтерпретації даних.

QGIS це безкоштовне програмне забезпечення із відкритим вихідним кодом, яке пропонує ряд функціональних можливостей для картографування в контексті навколишнього середовища. Він дозволяє користувачеві ретельно вивчати та графічно представляти географічні дані, векторні та растрові файли, а також надає вбудовані інструменти для обчислення статистичних даних і моделювання геопросторових процесів. QGIS також має нескладний інтерфейс і є безкоштовним, що робить його кращим вибором для новачків і невеликих установ.

Безкоштовне ГІС-програмне забезпечення з відкритим кодом GRASS GIS пропонує численні функції як для аналізу, так і для візуалізації геоданих. Ця програма здатна підтримувати низку форматів даних, включаючи растрові та векторні файли, і надає безліч інструментів для аналізу та моделювання геопросторових процесів. GRASS GIS також пропонує надійні засоби обробки зображень і векторних даних, які заслужили визнання серед дослідників навколишнього середовища та географії.

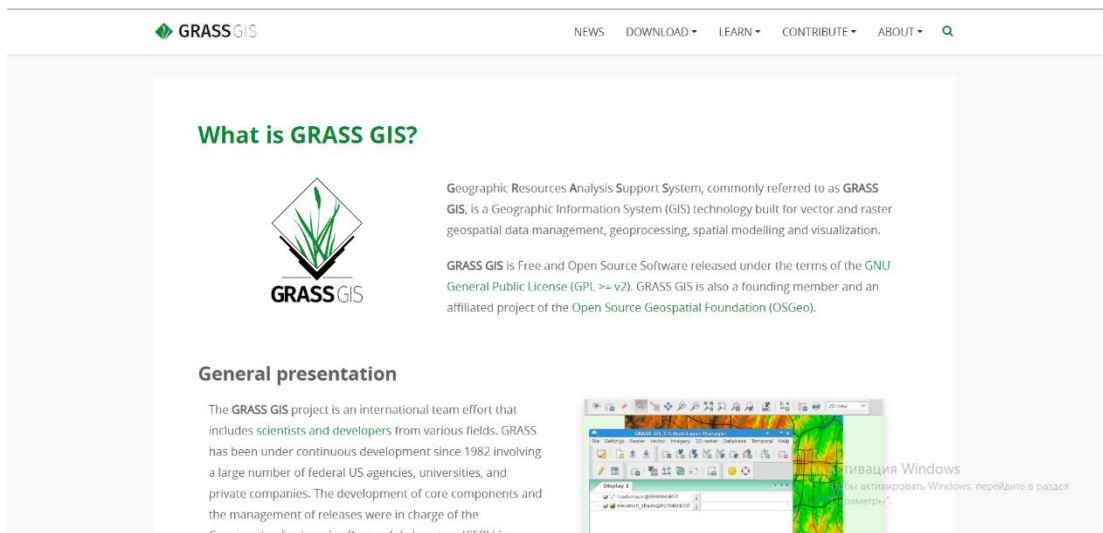


Рис 1.6 Офіційний сайт програмного забезпечення GRASS GIS [32]

Хмарна платформа для аналізу та візуалізації геоданих, Google Earth Engine, надає користувачам доступ до великої кількості екологічної інформації. З можливістю швидкого та легкого аналізу геоданих, таких як супутникові зображення, ця платформа також дозволяє користувачам моделювати геопросторові процеси. На додаток до зручного інтерфейсу Google Earth Engine може похвалитися надійним інтерфейсом програмування, який дозволяє користувачам створювати власні сценарії аналізу.

Програмне забезпечення ENVI спеціально розроблено для обробки та аналізу зображень, зроблених супутниками. Завдяки використанню ENVI можна виявляти та вимірювати рівні забруднення повітря та ґрунту, а також відстежувати будь-які зміни, які відбуваються в різних екосистемах.

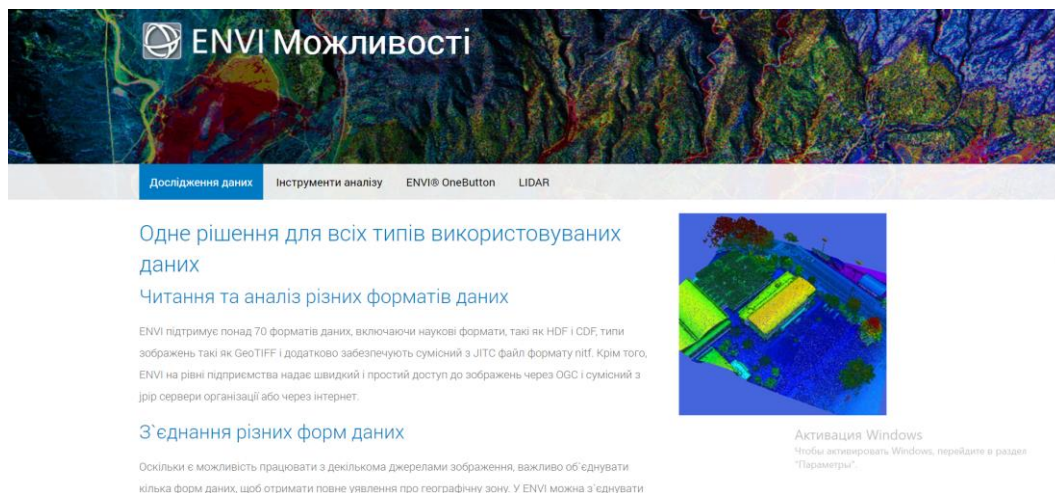


Рис 1.7 Офіційний сайт програмного забезпечення ENVI [33]

Global Mapper це програмне забезпечення яке пропонує широкий набір інструментів для обробки, аналізу та візуального представлення геопросторових даних. Він дозволяє користувачам створювати карти за допомогою супутникових зображень, векторних даних і моделей висоти. Серед багатьох типів карт, які можна створити за допомогою програмного забезпечення, є карти забруднення повітря та ґрунту.

Ще одним ГІС-програмним забезпеченням із відкритим кодом є SAGA GIS, яке також є безкоштовним. Це програмне забезпечення пропонує численні інструменти для аналізу та обробки геоданих, таких як забруднення повітря та ґрунту. Крім того, він надає засоби для створення та персоналізації карт за допомогою цих даних.

Програмне забезпечення ILWIS це геоінформаційна система, розроблена спеціально для обробки супутникових зображень. Завдяки ILWIS користувачі можуть отримати доступ до комплексного набору інструментів, які ідеально підходять для аналізу різноманітних факторів навколишнього середовища, включаючи забруднення ґрунту та повітря, а також відстеження змін в екосистемах. Крім того, ILWIS дозволяє користувачам створювати карти на основі зібраних даних і надає засоби для імпорту даних із широкого кола джерел.

Платформа під назвою GeoServer функціонує як сервер для обробки та візуалізації геоданих. Він пропонує користувачам можливість підключатися до різноманітних джерел даних, включаючи супутникові зображення та датчики, а потім відображати їх у вигляді карти. Крім того, він має можливість оцінювати забруднення повітря та ґрунту.

Переваги та недоліки програм та інструментів картографування навколишнього середовища, що використовують геоінформаційні системи (ГІС), можуть відрізнятися залежно від унікальної ситуації та реалізації. Тим не менш, деякі загальні переваги та недоліки можна виділити та деталізувати наступним чином.

Переваги:

Використання інструментів ГІС полегшує аналіз і візуалізацію геоданих, що є цінним для розуміння екологічних проблем і виявлення закономірностей і тенденцій.

Програмне забезпечення ГІС надає широкий спектр інструментів для обробки та аналізу геоданих, уможливаючи складний аналіз і моделювання геопросторових процесів.

Існує ряд варіантів програмного забезпечення ГІС, які надаються безкоштовно та мають відкритий код, зокрема QGIS і GRASS GIS.

Використання інструментів ГІС може допомогти в процесі прийняття рішень, пов'язаних із захистом навколишнього середовища та пом'якшенням впливу діяльності людини на природне середовище.

Функціональність і продуктивність багатьох ГІС-програм можна підвищити завдяки їх здатності інтегруватись з іншими програмними засобами.

Недоліки:

Для деяких користувачів вимога до значної обчислювальної потужності може бути перешкодою при використанні інструментів ГІС.

Інтерфейс деяких ГІС-програм може бути складним і вимагати від користувача певного рівня технічної кваліфікації.

Можливості аналізу та моделювання можуть бути обмежені через обмежену доступність і якість даних.

У комерційних або промислових цілях певні програми ГІС можуть виявитися надто дорогими для користувачів.

Інструменти ГІС можуть бути цінним надбанням, коли йдеться про картографування екологічного ландшафту та дослідження тенденцій і закономірностей взаємодії людини з навколишнім середовищем. Тим не менш, при виборі програмного забезпечення та інструментів для конкретних завдань важливо враховувати певні недоліки та обмеження.

Існує багато завдань, пов'язаних з навколишнім середовищем, які можна вирішити за допомогою інструментів ГІС. Використовуючи інструменти ГІС, можна створити карту зони забруднення, яка відображає ступінь забруднення в різних регіонах на певній території. Цю карту потім можна використовувати для прийняття рішень щодо відновлення екологічних умов і запобігання подальшому забрудненню.

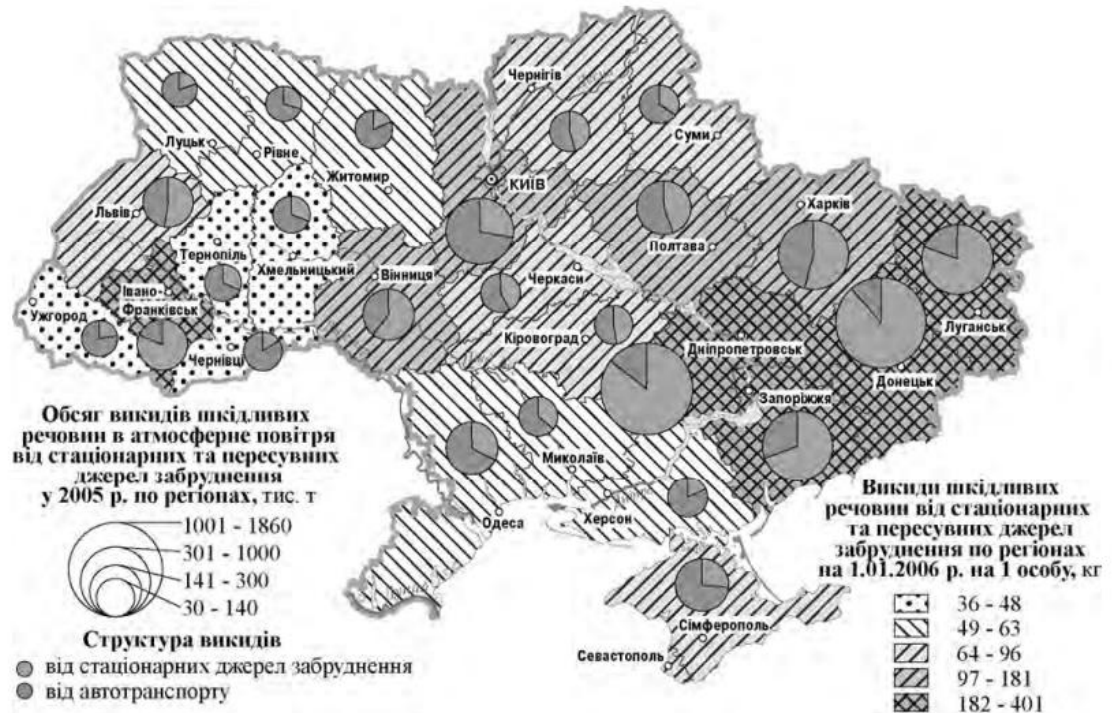


Рис. 1.8 Приклад карти викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря [1]

Використовуючи засоби ГІС, можна аналізувати зміни ландшафту на основі картографічних даних. Цей аналіз може включати моніторинг змін у ґрунтовому покриві, спостереження за деградацією ґрунту та оцінку змін у ландшафті, які пов'язані з діяльністю людини.

Моніторинг рівня води в річках і озерах можна здійснювати за допомогою засобів ГІС. Ці інструменти здатні відстежувати зміни рівня води з часом, надаючи цінну інформацію для управління водними ресурсами та запобігання стихійним лихам. Використовуючи ці дані, можна приймати обґрунтовані рішення щодо забезпечення безпеки та стійкості цих життєво важливих ресурсів.

Використання інструментів ГІС може допомогти в дослідженні розташування екосистем та їхніх взаємозв'язків у певному регіоні. Такий аналіз може запропонувати цінну інформацію про збереження біорізноманіття та реабілітацію порушених екосистем шляхом прийняття обґрунтованих рішень.

Використання інструментів ГІС може бути корисним у плануванні екологічних мереж, які можуть охоплювати коридори міграції тварин або водоохоронні мережі. За допомогою такого планування можна забезпечити збереження біорізноманіття та сприяння екологічній стійкості в межах території. А також для прогнозування ймовірності екологічних катастроф, включаючи забруднення води або землетруси, є ефективним методом прогнозування ризику таких катастроф. Таким чином можна запобігти та зменшити шкоду здоров'ю людини та навколишньому середовищу. Використання географічних інформаційних систем може допомогти в моніторингу відходів шляхом відстеження розташування звалищ та інших джерел забруднення навколишнього середовища. Ці дані можна використовувати для оцінки масштабів забруднення та вжиття відповідних заходів для його пом'якшення. Інструменти ГІС забезпечують засоби збору, аналізу та візуалізації різних типів географічної інформації, яка стосується навколишнього середовища. Ця здатність дозволяє особам, які приймають рішення, робити обґрунтований вибір, який сприяє покращенню навколишнього середовища, а також сталому розвитку.

РОЗДІЛ 2. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ КАРТОГРАФУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ

2.1 Поняття та методи картографування екологічної ситуації в Україні

В Україні екологічна ситуація характеризується станом навколишнього природного середовища, який свідчить про ступінь забруднення, виснаження природних ресурсів і біорізноманіття, загальний вплив діяльності людини на навколишнє середовище [18].

Сучасний екологічний стан в Україні можна кваліфікувати як складний. Серед основних проблем – забруднення повітря, води та ґрунту, неналежне використання природних ресурсів, неналежне поводження з відходами та інші подібні проблеми.

Уряд створює та впроваджує заходи, спрямовані на зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище, збереження природних ресурсів та покращення екологічного стану нації. Проте ефективність цих заходів залежить від участі громадськості та відповідальності кожного громадянина за стан навколишнього середовища.

Для вирішення екологічних проблем в Україні уряд вживає низку заходів, зокрема:

Розробка та реалізація екологічної політики спрямована на мінімізацію шкоди природному середовищу, захист біорізноманіття та природних ресурсів, а також сприяння сталому розвитку країни.

Впровадження інноваційних технологій, які ефективно мінімізують викиди шкідливих речовин і знижують вплив виробничих процесів.

Управління та нагляд за забрудненням повітря, води та ґрунту, що передбачає встановлення екологічних стандартів і правил, належить до сфери контролю та регулювання.

Інтеграція технології ГІС має важливе значення для збору та аналізу даних про навколишнє середовище, зокрема щодо забруднення, зміни клімату, біорізноманіття та інших екологічних показників. Універсальність ГІС дозволяє поєднувати та

ретельно досліджувати різні форми даних, такі як супутникові зображення, векторні та растрові картографічні дані, топографічні дані тощо.

Застосування ГІС для картографування екологічних умов включає сучасні методи та технології:

Процес супутникового зондування Землі реалізовано для отримання піксельної інформації щодо забруднення як атмосфери, так і водойм. Використовуючи супутникові зображення, створюється вичерпна карта забруднення води, а також оцінюється ступінь вирубки лісів [17].

Використання технологій GPS забезпечує метод точного відстеження та визначення координат об'єктів, що рухаються або знаходяться в спокої. Його використовують у різних сферах, включаючи створення даних, які фіксують маршрути та місцезнаходження транспортних засобів, а також дослідницькі проекти, що стосуються дикої природи та різноманітних біотопів.

Аерофотограмметрія – це техніка, яка використовує зображення з літаків або безпілотників, зроблені під різними кутами, для отримання детальних даних про властивості місцевості, такі як висота, нахил і площа. Цей процес дає змогу отримати високоякісні векторні дані, які можуть надати інформацію про показники навколишнього середовища, включаючи забруднення та особливості ландшафту [7].

Гідрологічні та кліматичні процеси моделюються за допомогою фізичних і математичних моделей, які використовуються для прогнозування змін клімату, розрахунку витрат води та визначення різноманітних інших гідрологічних показників.

Інтернет-ресурси використовуються для отримання інформації про стан навколишнього середовища з різних джерел. Ці джерела можуть включати бази даних державних установ, наукових установ і некомерційних організацій. Дані, отримані з цих джерел, можуть включати інформацію про шкідливі речовини, які викидаються в повітря, а також про якість води та ґрунту, біорізноманіття та інші екологічні показники.

Використовуючи різноманітні методи та передові технології, стає можливим збирати та аналізувати величезні масиви даних про екологічну ситуацію, а потім представляти їх у зрозумілому форматі, наприклад, на картах і графіках.

Візуалізація інформації про умови навколишнього середовища певної території може бути досягнута за допомогою картографування даних. Спосіб представлення даних залежить від їх розподілу та типу та може включати точкове відображення, відображення ліній і полігональне.

Техніка, точкове картографування, використовується для демонстрації положення точкових об'єктів, наприклад, джерела водопостачання чи викиди забруднюючих речовин. Для розрізнення типів об'єктів використовуються різноманітні символи. Розмір і відтінок символів може відображати певний параметр, наприклад, ступінь забруднення води або кількість забруднюючих речовин, які були викинуті підприємством.

Процес лінійного відображення включає візуальне представлення об'єктів, які мають лінійну форму, наприклад природних об'єктів, як-от річок, штучних споруд, як-от доріг, і промислового обладнання, як-от трубопроводів для транспортування газу. Щоб розрізнити ці різні типи лінійних об'єктів, картографи використовують лінійні символи різної товщини, кольору та ширини.

Техніка полігонального картографування використовується для позначення плоских об'єктів, таких як поля, ліси та забруднена земля. Щоб розрізняти різні типи полігонів, використовуються різні кольори та символи. Наприклад, зелений колір може позначати ліс, а червоний — забруднену ділянку землі. Використовуючи такі колірні схеми, можна підкреслити певні регіони на карті та передати їх властивості.

Коли справа доходить до картографування екологічних даних, вибір відповідної колірної палітри має вирішальне значення. Вибрана колірна схема має враховувати як психологічні реакції, які певні кольори викликають у людей, так і кольорову сліпоту, яка може бути поширеною серед користувачів [13].

Використовуючи технологію ГІС, можна створювати картографічні дані різного масштабу. Крім того, доступні інтерактивні ресурси, які дозволяють користувачам взаємодіяти з даними карти та виконувати ряд дій, таких як збільшення або зменшення масштабу та коригування положення карти.

Нижче наведено успішні проекти картографування, які демонструють екологічну ситуацію в Україні:

За підтримки Асоціації журналістів України та Міжнародного фонду «Ренесанс» започатковано ініціативу «EcoMap Ukraine». Ця онлайн-карта відображає вичерпну інформацію про екологічний ландшафт України, включаючи локалізовані дані щодо екологічного забруднення. На карті подано дані про забруднення повітря, води та ґрунту в різних містах та областях України.

«Громадянська мережа спостереження за станом довкілля» – це ініціатива, яка об'єднує залучених громадян для спостереження та документування забруднення в різних регіонах України. Зацікавлені сторони можуть брати участь, використовуючи спеціалізований мобільний додаток або веб-сайт, де вони можуть завантажувати фотографії та відео забруднення та передавати їх до центру обробки даних. Це дає точну та актуальну інформацію про стан навколишнього середовища в різних регіонах України.

«Екомоніторинг Карпат» – це проект, який спостерігає за станом навколишнього середовища Карпат. Ця ініціатива включає розробку карт, які ілюструють рівні забруднення повітря, води та ґрунту, а також встановлення датчиків, які виявляють забруднення, і проведення наукових досліджень. Дані, отримані в рамках проекту, відіграють важливу роль у вирішенні того, як зберегти природні ресурси Карпат і пом'якшити негативний вплив діяльності людини на ці екосистеми. Крім того, проект слугує інструментом для привернення уваги як широкої громадськості, так і керівних органів до проблем навколишнього середовища в регіоні, а також сприяє просуванню розуміння екологічної свідомості серед населення.

Проект, відомий як «ЕкоДія», є об'єднаними зусиллями наукового дослідження та активізму з метою збереження природи в Україні. Проект передбачає проведення наукових досліджень з метою аналізу стану навколишнього середовища та його впливу на здоров'я людини. Крім того, проект включає активістські акції протесту та ініціативи, спрямовані на привернення уваги до екологічних проблем в Україні.

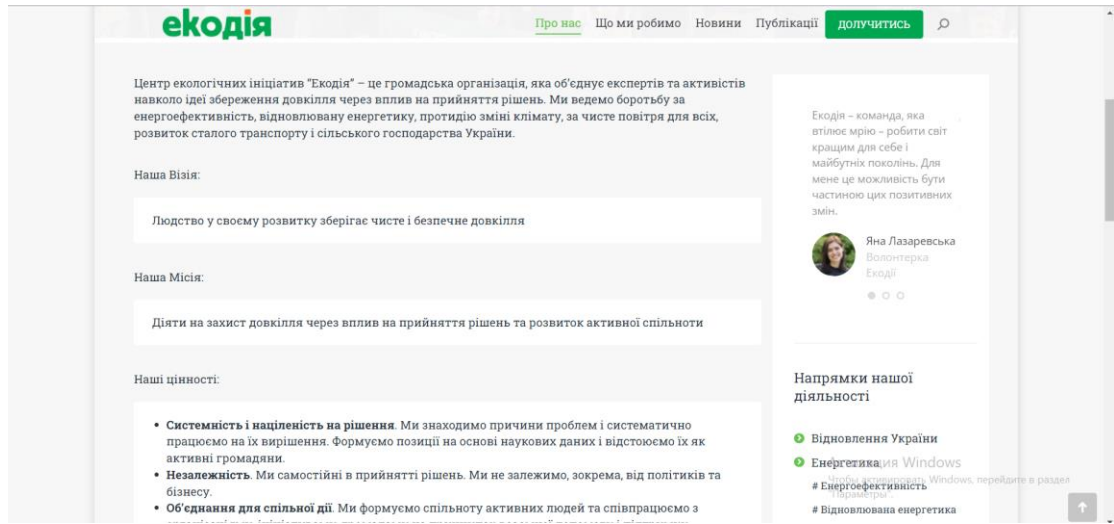


Рис 2.1 Офіційний сайт проекту ЕкоДія [35]

Ініціатива «Лісова стежка» — це інтерактивна веб-карта, яка дає можливість користувачам отримати знання про лісисті регіони України та їх різноманітність. Карта охоплює дані про лісові комплекси, їх характерний склад і функції, а також дає можливість користувачам включити свої особисті спостереження та оцінки стану лісів в окремих регіонах України. Мета проекту – підвищити екологічну свідомість та надихнути громадян на збереження лісів України.

Нижче наведено кілька прикладів ефективного виконання картографічних проектів на екологічну тематику в Україні:

Державна служба статистики України та Геоінформаційний центр Міністерства екології та природних ресурсів України співпрацюють над проектом «Єдина екологічна карта України». Цей проект має на меті надати комплексний інтерактивний ресурс, який дозволить користувачам переглядати інформацію про

екологічний стан України на різних рівнях адміністративного поділу. Це і області, і райони, і населені пункти з кінцевою метою створення єдиної загальнодержавної платформи доступу до такої інформації.

Завдяки співпраці Національного природного парку «Синевир» та Національного університету «Львівська політехніка» з'явився «Екологічний атлас Карпат». Основною метою цього проекту є створення обширної картографічної бази з екології в Карпатському регіоні. База даних міститиме вичерпну інформацію про різні типи ландшафтів та середовищ існування, а також незвичайні види флори та фауни, що населяють цю територію.

Громадська організація «Екологічний клуб Дніпро-Дніпропетровськ» успішно реалізувала проект «Картографування забруднення поверхневих вод Дніпропетровської області». Були проведені дослідження якості води на багатьох водоймах Дніпропетровської області. Результати були використані для створення інтерактивної карти, яка показує рівні забруднення поверхневих вод у різних регіонах області. Ця карта дозволяє користувачам відстежувати стан цих водойм і ступінь забруднення. Крім того, проект має на меті підвищити обізнаність громадськості щодо існуючих проблем екології та природокористування. Проект також підкреслює необхідність удосконалення системи моніторингу якості води в Україні.

Створення інтерактивної карти екологічного ландшафту Харкова стало результатом спільної роботи професорсько-викладацького складу та студентів Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова. Основною метою цього проекту було дати комплексне уявлення про екологічний стан Харкова. Карта містить дані про найбільш забруднені території, розташування заповідних об'єктів та інші важливі орієнтири. Карта є інтерактивною, що дає змогу користувачам відстежувати коливання екологічного стану різних регіонів міста та додавати власні спостереження та рекомендації.

Громадська організація «Екомоніторинг» відповідає за реалізацію проекту зі збору даних про викиди шкідливих речовин в атмосферу в Києві. Метою цієї ініціативи є створення повної бази даних про викиди шкідливих викидів в атмосферу в різних регіонах Києва. Волонтери взялися за збір даних про рівень забруднення повітря на різних вулицях міста, які потім вносять на інтерактивну карту. Ця карта служить інструментом, який дозволяє користувачам відстежувати зміни клімату навколишнього середовища в різних частинах міста.

2.2 Обробка та аналіз статистичних даних для картографічного представлення екологічної ситуації

Існує безліч ресурсів, які надають статистичні дані. Деякі з цих джерел доступні для громадськості безкоштовно, тоді як для отримання доступу до інших може знадобитися оплата. Нижче наведено кілька прикладів джерел, які пропонують статистичні дані, що стосуються навколишнього середовища:

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) є надійним джерелом для отримання статистичних даних про ступінь забруднення повітря в різних країнах і містах по всьому світу, а також надає дані про смертельні випадки, пов'язані із забрудненням повітря.

European Environment Agency (EEA) пропонує вичерпну інформацію про поточний стан навколишнього середовища в Європі, включаючи дані щодо забруднення повітря, води та ґрунту, а також стану лісового покриву та біорізноманіття.

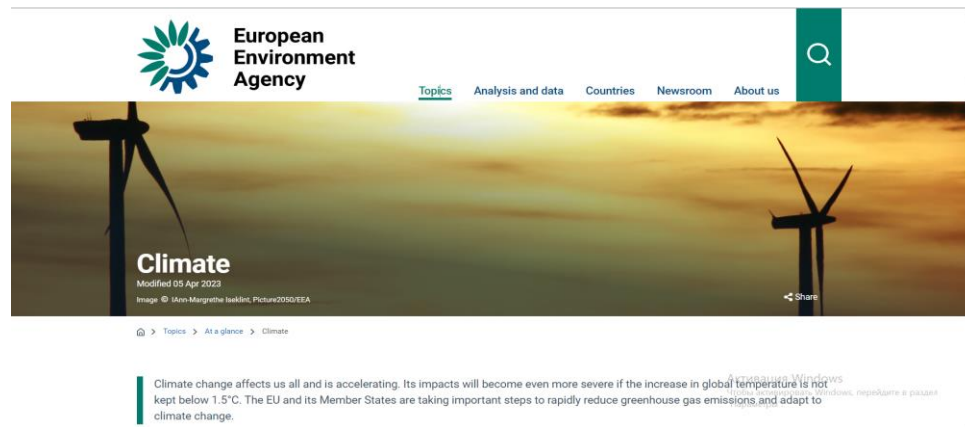


Рис. 2.2 Офіційний сайт ресурсу European Environment Agency [36]

NASA Earth Observatory використовує супутникові зображення, щоб запропонувати інформативні візуалізації та дані на такі теми, як зміна клімату, лісистість, забруднення повітря та води та процеси в океані.

Служба зміни клімату Copernicus, також відома як Європейська служба моніторингу зміни клімату, пропонує вичерпну інформацію про зміну клімату в усьому світі, включаючи температуру повітря, рівень води та землекористування.

International Energy Agency (IEA) як міжнародна агенція, що займається енергетикою, є надійним джерелом статистичних даних, що стосуються показників, пов'язаних з енергетикою та навколишнім середовищем, включаючи, але не обмежуючись цим, енергоефективність, викиди вуглецю та відновлювані джерела енергії.

United Nations Environment Programme (UNEP) поширює інформацію про стан навколишнього середовища в різних глобальних регіонах, а також сприяє співпраці для пом'якшення впливу людської діяльності на навколишнє середовище, починаючи від забруднення повітря та води до захисту лісів і збереження біорізноманіття.

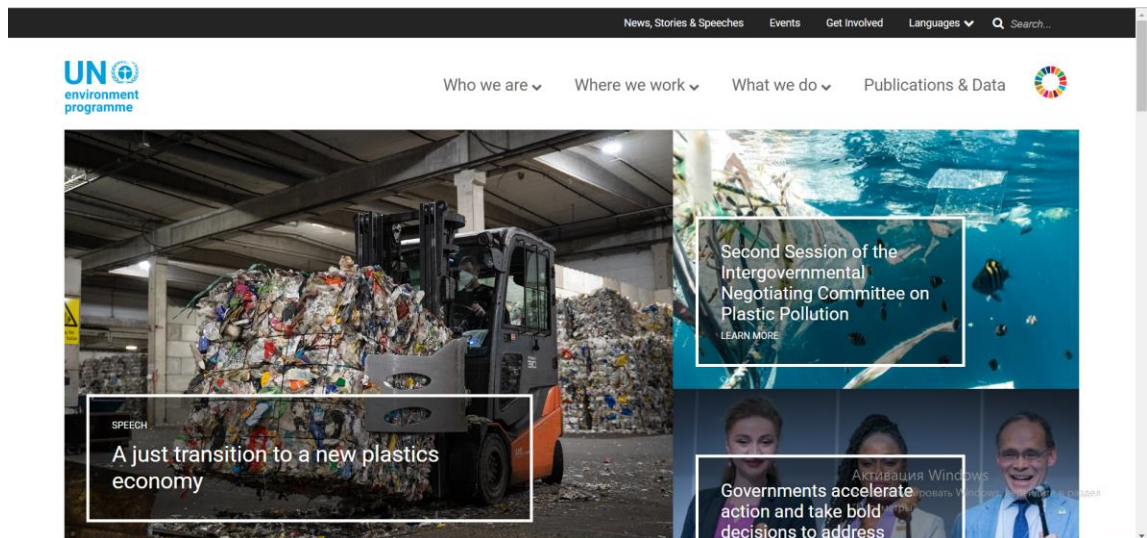


Рис. 2.3 Офіційний сайт ресурсу United Nations Environment Programme [39]

Агентством, відповідальним за проведення досліджень океану та атмосфери, є National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) у Сполучених Штатах. NOAA оснащено великою кількістю статистичних даних, від даних про морські екосистеми до показників здоров'я навколишнього середовища, пов'язаних з океаном і рівнями його забруднення.

Global Carbon Project — це всесвітня ініціатива, яка пропонує дані про викиди вуглецю з різних джерел, таких як промисловість, транспорт, енергетика та інші, по всьому світу.

Окрім світових джерел, є українські статистичні ресурси, які надають інформацію про стан навколишнього середовища.

Державна служба статистики України пропонує великий масив інформації про навколишнє середовище в Україні, що включає дані про забруднення повітря, водойми, якість ґрунтів, викиди шкідливих речовин, стан лісів, біорізноманіття, а також методи та заходи охорони довкілля [43].

Міністерство екології та природних ресурсів України пропонує вичерпну інформацію про поточний стан навколишнього середовища в країні, що включає детальну інформацію про забруднення повітря та води, якість ґрунту, шкідливі

викиди, стан лісів, біорізноманіття та стратегії, які реалізуються для збереження та відновлення природних ресурси.

Державна служба з надзвичайних ситуацій України повідомляє про надзвичайні екологічні ситуації, такі як повені, лісові пожежі та промислові аварії, які потенційно можуть призвести до забруднення довкілля [44].

Державна інспекція з контролю за охороною навколишнього природного середовища надає детальну інформацію про свою діяльність з моніторингу законодавства про охорону навколишнього природного середовища, наприклад дані про невідповідність, грошові штрафи та коригувальні дії.

Українська асоціація охорони навколишнього середовища є надійним джерелом інформації про охорону навколишнього середовища в Україні. Асоціація пропонує вичерпні дані про забруднення повітря, водойм, ґрунтів, викиди шкідливих речовин, стан лісів, біорізноманіття, а також поточні заходи та проекти, спрямовані на збереження та відновлення природних ресурсів у країні.

Інститут екології і токсикології НАН України спеціалізується на проведенні наукових досліджень у сфері екології та токсикології. Однією з їхніх основних функцій є збір та аналіз статистичних даних про забруднення навколишнього середовища в Україні, що включає моніторинг якості повітря, води та ґрунту, а також відстеження стану лісового покриву та біорізноманіття.

Міністерство охорони здоров'я в Україні поширює інформацію про вплив забруднення навколишнього середовища на здоров'я людини, яка включає статистичні дані про такі захворювання, як алергія, астма, рак та інші проблеми зі здоров'ям, пов'язані з екологічними проблемами.

Державна інспекція з контролю за якістю та безпекою харчових продуктів відповідає за виявлення в харчових продуктах шкідливих речовин, які можуть бути пов'язані із забрудненням навколишнього середовища, наприклад ртуті в рибі із забруднених водойм.

Гідрометцентр України відповідає за поширення інформації про погодні умови та кліматичні зміни в межах країни, які можуть мати значний вплив на навколишнє середовище, включно з рівнями забруднення повітря та води.

Еко-Ліга – це неприбуткова організація, яка займається захистом та збереженням довкілля в Україні. Вона відповідає за збір та вивчення статистичної інформації щодо забруднення повітря, водойм, ґрунту, викидів небезпечних речовин, лісистості, біорізноманіття та інших факторів навколишнього середовища. Еко-Ліга також здійснює незалежні дослідження та екологічний моніторинг в Україні, а також виступає ініціатором різноманітних кампаній та ініціатив, спрямованих на покращення екологічного стану країни.

Відображення статистичних даних у картографії можна зробити більш зрозумілим за допомогою різних методів та інструментів. Ось кілька прикладів таких методів і інструментів:

Середнє арифметичне — це широко використовуваний і простий підхід до обробки статистичних даних. Він використовується для визначення середнього значення числових даних і може допомогти зрозуміти загальну структуру даних.

Медіана - значення, що ділить дані навпіл. Ця методологія є корисною у випадках, коли дані демонструють значні відхилення, або при визначенні центральної тенденції, особливо коли певні значення надзвичайно великі чи малі.

Поняття дисперсії використовується для визначення ступеня відхилення даних від їх середнього значення. Вимірюючи кількість варіацій у даних, дисперсія дає змогу зрозуміти різноманіття даних. Це робить її цінним інструментом для оцінки ступеня розбіжності між наборами даних.

Значення, яке розбиває набір даних на певну кількість еквівалентних ділень, називається квантилями. Квантилі є цінним інструментом для розуміння розповсюдження даних, особливо коли вони представлені у формі графіка.

Міра кореляції використовується для оцінки ступеня зв'язку між двома числовими змінними. Цей інструмент є корисним для розуміння зв'язку між двома

змінними та може допомогти побудувати діаграму, яка демонструє кореляцію між ними [20].

Поряд із цими методами можна використовувати інші інструменти та методи для обробки статистичних даних для картографування навколишнього середовища.

Геостатистика — це підхід, який дозволяє відобразити географічну взаємозалежність даних. Використовуючи геостатистику, стає можливим розрізнити, якою мірою екологічні показники залежать від місця їх вимірювання, а також розпізнати закономірності, які розподілені в просторі.

Класифікація дозволяє поділити дані на категорії або класи, які мають спільні риси. Наприклад, у сфері аналізу навколишнього середовища цей підхід можна використовувати для групування різних форм забруднення або рівнів якості повітря в певних географічних районах.

Регресійний аналіз є інструментом, який дозволяє пояснити кореляцію між двома чи більше змінними. Що стосується екологічної сфери, регресійний аналіз може бути використаний для виявлення зв'язку між забрудненням і конкретними факторами, наприклад, географічне розташування, чисельність населення та розмір лісистих територій.

Процес кластерного аналізу передбачає групування об'єктів, які мають подібні характеристики. Ця техніка може виявитися корисною для розуміння того, як дані організовані в просторі. Це також може допомогти у створенні карт, які відображають угруповання об'єктів на основі їхніх спільних особливостей [11].

Вивчення залежності даних від часу може бути досягнуто за допомогою методу, відомого як аналіз часових рядів. Цей метод корисний в аналізі навколишнього середовища, оскільки дозволяє дослідникам спостерігати за змінами різних екологічних показників протягом певного періоду часу. Приклади таких показників включають якість повітря, рівень забруднення води та інші подібні показники.

Вибір відповідних методів та інструментів, які відповідають питанням дослідження та характеристикам даних, має вирішальне значення. Статистичний аналіз даних може виявити тенденції та закономірності в екологічному контексті окремих регіонів України та допомогти у визначенні методів підтримки та покращення стану довкілля.

Для представлення статистичних даних при картографуванні екологічних умов можуть бути використані різні картографічні методи. Цю обробку та аналіз даних можна виконати за допомогою різних методів. Деякі з методів, які використовуються для картографування включають:

Діаграми — це візуальний інструмент, який відображає дані в графічному форматі та дозволяє легко порівнювати екологічні показники в різних регіонах.

Використання хмарних графіків забезпечує ілюстративний метод візуального представлення даних через хмару слів, що особливо корисно для відображення екологічних тем. Прикладом цього є можливість відображення найпоширеніших форм забруднення повітря через хмарний графік.

Одним із графічних інструментів, який часто використовується, є карта теплових плям. Ці карти використовуються для зображення концентрації певного параметра в певному регіоні. Карти теплових плям є універсальними, і їх можна використовувати для ілюстрації різноманітних явищ, таких як рівень шуму, відходи, викиди та екологічні ризики.

Метод кольорових схем передбачає використання кольорових значків на карті для візуального представлення даних. Ця техніка часто використовується для відображення різних ступенів забруднення повітря чи води в різних регіонах.

Кarti щільності - метод, який використовується для представлення даних шляхом зміни щільності точок, присутніх на карті. Цей метод часто використовується, щоб продемонструвати ступінь забруднення в певному регіоні або виділити райони з підвищеним рівнем забруднення [20].

Графічні зображення, розміщені на карті, можна використовувати для представлення даних за допомогою методу картодіаграм. Прикладом такої карти є кругова картодіаграма, яка може показати розподіл різних видів забруднення в певному регіоні. Кожен сектор кола відповідає певному типу забруднення, а розмір сектора відображає відносну кількість цього типу забруднення порівняно з іншими типами.

2.3 Побудова геоінформаційних карт екологічної ситуації в Україні

Для повного уявлення про екологічний стан України доцільно звернутися до багатьох джерел інформації. Основними джерелами інформації про екологічну ситуацію в Україні є:

Використання супутникових знімків дає цінну можливість оцінити стан водних ресурсів і рослинності в різних регіонах України.

Використання аерофотознімків дає можливість оцінити зміни рельєфу та рівень забруднення повітря в окремих районах.

Місцеві органи влади надають дані, які потенційно можуть розкрити подробиці про забруднення води, стан ґрунту та здоров'я населення в різних регіонах.

У сфері наукових досліджень можна знайти дані, що стосуються проблем забруднення та екології в різних регіонах України.

Після того, як дані зібрані, їх необхідно обробити, щоб використовувати в програмах ГІС. Нижче наведено основні етапи обробки даних:

Для того, щоб використовувати дані в ГІС, дуже важливо виконувати редагування та очищення даних, щоб усунути будь-які помилки та неточності.

Щоб візуалізувати дані на карті, адреси, назви та інші місця повинні бути перетворені в координати ГІС за допомогою процесу геокодування.

Обробка супутникових та аерофотознімків передбачає два види техніки: растрову та векторну. За допомогою цих методів зображення можна перетворити на

растрові та векторні шари. Потім ці шари можуть передавати дані про різноманітні фактори навколишнього середовища, включаючи забруднення повітря, забруднення води та стан рослинного покриву.

Після обробки даних стає можливим провести аналіз, щоб розпізнати зв'язки між різними факторами навколишнього середовища, і таким чином розробити дієві рішення для покращення стану навколишнього середовища.

Після аналізу даних їх можна візуалізувати на карті, що дасть змогу більш повно зрозуміти умови навколишнього середовища в різних регіонах і допомагає у формулюванні ефективних рішень для покращення навколишнього середовища.

Використовуючи різні джерела даних про екологічну ситуацію в Україні та опрацьовуючи їх за допомогою ГІС, стає можливим отримати всебічне розуміння стану довкілля та приймати зважені рішення щодо його покращення [19].

Під час створення геоінформаційних карт для дослідження та відображення геоданих зазвичай використовуються різні техніки та методи геоінформатики. Нижче наведено деякі з часто використовуваних прийомів і методів побудови карт із геопросторовими даними:

Щоб створити поверхню на основі набору окремих точок даних, використовується процес інтерполяції. Для виконання цього завдання можна використовувати різні методи, включаючи IDW (інверсної відстані до ваги), криві сплайни та крігінг. Метод IDW передбачає обчислення середньозваженого значення точок навколишньої території. Криві сплайни згладжують поверхню, підганяючи математичну функцію через точки даних. Крігінг використовує статистичні методи для створення поверхні з найменшою можливою похибкою на основі точок даних. Використовуючи цей підхід, ви можна побудувати карту, яка точно представлятиме поширення даних у регіоні.

Метод класифікації дозволяє розділяти географічні дані на окремі категорії, кожній з яких присвоюється унікальний колір або числове значення. Існують різні

підходи до класифікації, включаючи метод квантилів, метод гістограми та метод визначення границь.

Техніка, яка дозволяє розглядати кілька критеріїв під час визначення цінності певного місця на карті, є мульти-критеріальним аналізом. Цей метод може містити різні компоненти, такі як аналіз чутливості, аналіз основних компонентів і аналіз ризиків.

Процес моделювання передбачає створення прогнозних карт або моделей, які використовують дані за минулі періоди для прогнозування розподілу даних у майбутньому. Для моделювання доступно кілька методів, включаючи регресію, класифікацію та нейронні мережі [18].

Для побудови карт екологічної ситуації в Україні необхідно підібрати унікальний комплекс методів і прийомів. Ці методи повинні враховувати природу даних і цілі, яких має досягти геоінформаційна система. Наприклад, аналіз результатів аналізів води в лабораторіях може бути ефективним методом інтерполяції для визначення ступеня забруднення поверхневих вод. Водночас використання підходу мульти-критеріального аналізу може допомогти оцінити ймовірність екологічних катастроф на підприємствах шляхом вивчення показників викидів забруднюючих речовин. Таким чином, під час побудови геоінформаційних карт надзвичайно важливо прискіпливо вивчати дані та цілі системи, щоб визначити, які методи та техніки підходять.

Для створення геоінформаційних карт, що відображають екологічний стан України, першим кроком є збір даних. Дані можуть надходити з кількох каналів, включаючи державні установи, місцеві органи влади, наукові організації, дослідників та інші відповідні джерела. Потім зібрані дані слід ретельно впорядкувати та геокодувати, тобто їх потрібно перетворити у формат, який можна використовувати для побудови карт.

Щоб підготувати дані для використання в картографії, необхідно, щоб дані пройшли сувору процедуру обробки для забезпечення їх якості та зручності

використання. Різні етапи обробки даних можуть складатися з ряду дій, таких як видалення дублікатів, очищення даних і заповнення будь-яких відсутніх значень. Вибір методу аналізу даних залежить від даних, які були зібрані та оброблені. Для виявлення та аналізу кореляцій і закономірностей у стані навколишнього середовища можна застосувати різні методи. Наприклад, геостатистику можна використовувати для дослідження розподілу екологічних індикаторів у просторі, тоді як методи машинного навчання можна використовувати для прогнозування майбутніх змін у стані навколишнього середовища [11].

Після обробки та аналізу даних наступним кроком є створення геоінформаційних карт. Виконується це за допомогою спеціального програмного забезпечення, такого як QGIS, MapInfo, ArcGIS та інших подібних програм. Ці програмні засоби дозволяють користувачам проектувати карти, включати шари даних, застосовувати різні кольори та символи до даних, а також виконувати інші функції, необхідні для створення геоінформаційних карт.

Існує кілька способів візуального представлення даних, зокрема використання градієнтів кольорів, теплових карт та інших методів, які допомагають аналізувати інформацію. Крім того, можна провести комплексне вивчення даних статистичними методами для висновків щодо стану екологічної ситуації в Україні.

Оновлення карт і підтримка є надзвичайно важливими через постійну зміну екологічної ситуації в Україні. Необхідне регулярне обслуговування геоінформаційних карт, що може вимагати збору нових даних, їх аналізу та обробки, перегляду картографічних проектів. Для забезпечення максимальної точності та надійності інформації про стан навколишнього середовища в Україні необхідно використовувати новітні технології та методики [14].

Забруднення повітря можна визначити на карті, вказавши регіони, які перевищують норми якості повітря. Такі регіони часто пов'язані з високою концентрацією промислових об'єктів, які викидають небезпечні забруднюючі речовини в повітря.

Забруднення водойм, таких як річки та озера, можна відобразити на картах, які вказують ступінь забруднення в різних районах країни. Причиною цього можуть бути не врегульовані викиди промислових відходів та побутових стоків.

Забруднення ґрунту є серйозною екологічною проблемою. За допомогою карт можна визначити, чи конкретні ділянки ґрунту забруднені небезпечними сполуками, такими як важкі метали. Фактори, включаючи використання пестицидів та інших хімічних речовин у сільському господарстві, а також сміттєзвалища, є відповідальними за це забруднення.

Значною проблемою може бути дефіцит зелених насаджень і зон у міському середовищі. Можна використовувати технологію картографування, щоб визначити території, де бракує зелених насаджень, що може призвести до таких проблем, як забруднення повітря та води. Зрештою, це може призвести до зниження загальної якості життя тих, хто живе в цих районах.

Децентралізована система утилізації відходів є надзвичайно важливою. Швидкий погляд на карту може виявити області, де управління відходами є або неадекватним, або зовсім відсутнім. Ця прогалина в управлінні може призвести до погіршення навколишнього середовища та здоров'я тих, хто проживає в цих районах.

Ефективним підходом до покращення екологічної ситуації в Україні може стати розробка рекомендацій та стратегій на основі аналізу геоінформаційних карт. Боротися із забрудненням повітря можна шляхом запровадження суворіших стандартів викидів шкідливих речовин, встановлення фільтрів на промислових підприємствах і сприянні використанню екологічно чистих джерел енергії.

Щоб зменшити забруднення водних екосистем, доцільно впроваджувати спеціалізовані очисні споруди для заводів і контролювати випуск стічних вод. Крім того, вкрай важливо вести постійний нагляд за ступенем забруднення води та періодично проводити процедури з її очищення.

Зниження забруднення ґрунту може бути досягнуто шляхом обмеження використання пестицидів та інших хімікатів у сільському господарстві, а також постійного моніторингу рівня забруднення ґрунту.

Одним із підходів до збільшення кількості зелених насаджень у містах є реалізація ініціатив, які передбачають посадку дерев і кущів у місцях, де немає рослинності, разом із заходами щодо їх підтримки та догляду. Крім того, надзвичайно важливо створити нові зелені зони, такі як парки, сади та сквери, які можуть покращити якість повітря та естетичні стандарти міст. Реалізація програм сортування відходів та утилізація вторинної сировини може покращити систему збирання та переробки відходів.

РОЗДІЛ 3. КАРТОГРАФУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ В УКРАЇНІ

3.1 Вибір джерел даних, їх аналіз та обробка для картографування екологічної ситуації в Україні

Перед початком картографування екологічної ситуації дуже важливо спочатку визначити джерела даних, які будуть використані для отримання необхідної інформації. Україна може похвалитися різноманітністю джерел даних щодо екологічної ситуації, включаючи державні статистичні органи, наукові установи, міжнародні організації, а також неприродні джерела, такі як дистанційне зондування Землі та супутникові зображення. Вибираючи джерела даних, необхідно враховувати такі фактори, як доступність даних, релевантність, точність і надійність.

Державна служба статистики України відповідає за збір, ведення та оцінку статистичних даних, які включають дані про стан навколишнього середовища. Служба ретельно відстежує екологічні показники, щоб надати офіційну статистичну інформацію про різні аспекти екології.

Державна служба статистики відповідає за збір інформації про викиди забруднюючих речовин в атмосферу, водні шляхи та ґрунт, а також про кількість утворених відходів та їх належне розміщення.

Моніторинг виробництва та споживання енергії, використання палива, енергоефективності та використання відновлюваних джерел енергії, серед іншого, здійснюється Держстатом через енергетичні показники.

Державна статистика збирає інформацію про використання природних ресурсів, включаючи видобуток корисних копалин, споживання водних ресурсів, використання лісів та інші відповідні показники, пов'язані з експлуатацією цих ресурсів.

Державна служба статистики відповідає за відстеження різноманітних природоохоронних показників, таких як стан природоохоронних територій, кількість

заповідних об'єктів, вжиті заходи щодо охорони біорізноманіття та інші відповідні показники.

Збір цих даних відбувається за допомогою різних методів, таких як опитування підприємств, установ, організацій, аналіз статистичних звітів та інших джерел. Зібрана статистична інформація потім використовується для формулювання екологічної політики, планування стратегій розвитку екологічного сектору, оцінки впливу діяльності на навколишнє середовище та спостереження за станом екологічної ситуації в країні. Ця інформація є важливим ресурсом для наукових досліджень, а також для планування та реалізації заходів, спрямованих на збереження природних ресурсів і сприяння збалансованому розвитку.

Міжнародне співробітництво Державної служби статистики України не обмежується обміном даними та методологією з іншими країнами. Вона поширюється на порівняння екологічних показників, впровадження міжнародно визнаних кращих практик і колективне вирішення глобальних екологічних проблем.

Фундаментальною вимогою для прийняття обґрунтованих рішень та здійснення ефективних заходів щодо покращення екологічного стану країни є надання достовірної, вичерпної статистичної інформації. Вирішальну роль у цьому відіграє Державна служба статистики України, яка надає доступні та достовірні дані про екологічний стан країни. Ці зусилля є ключовими для сприяння сталого розвитку та збереження навколишнього середовища.

Саме з цього ресурсу ми будемо брати статистичні дані для створення карт екологічної ситуації. Для цього необхідно зайти на сайт Державної служби статистики України та скачати необхідні дані. Після цього створити таблицю по викидам забруднюючих речовин за 3 роки у програмі Excel.

3.2. Побудова карт екологічної ситуації в Україні на основі геоінформаційних даних

Для карти «Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів» я обрала дані за 2005, 2010 та 2015 роки, аби простежити динаміку зміни викидів забруднюючих речовин.

	A	B	C	D
1	Область	p2005	p2010	p2015
2	Вінницька	107,4	103	134,7
3	Волинська	10,1	8,2	4,7
4	Дніпропетровська	993,7	933,1	723,9
5	Донецька	163,8	1378,1	917,6
6	Житомирська	13,4	18,4	9
7	Закарпатська	26,6	17,4	4,4
8	Запорізька	262	217,5	193,7
9	Івано-Франківська	204,2	169,2	239,9
10	Київська	73	106,8	78,1
11	Кіровоградська	33	14,8	14,2
12	Луганська	474,7	511,7	115,2
13	Львівська	95,8	113,2	102,4
14	Миколаївська	24,3	21,5	15,8
15	Одеська	40,5	29,2	26,1
16	Полтавська	68,4	72,8	55,6
17	Рівненська	17,3	12,9	10,2
18	Сумська	26,1	31,7	17,5
19	Тернопільська	14,8	18,5	8,5
20	Харківська	158,7	151,9	53,4
21	Херсонська	11	5,3	8,9
22	Хмельницька	16	19,1	18,3
23	Черкаська	39,4	61,2	57,5
24	Чернівецька	5,2	3,8	2,5
25	Чернігівська	37,5	47,4	41,9
26	АР Крим	35,1	32,3	0
27				
28				

Рис 3.1 Статистичні дані за 3 роки

Карту буде створено в програмі MapInfo. На початку у створений файл практичної необхідно додати географічну основу України. В MapInfo до робочого набору з географічною основою додати таблицю зібраних даних. Відкриваючи таблицю, створити її копію для подальшого редагування в MapInfo.

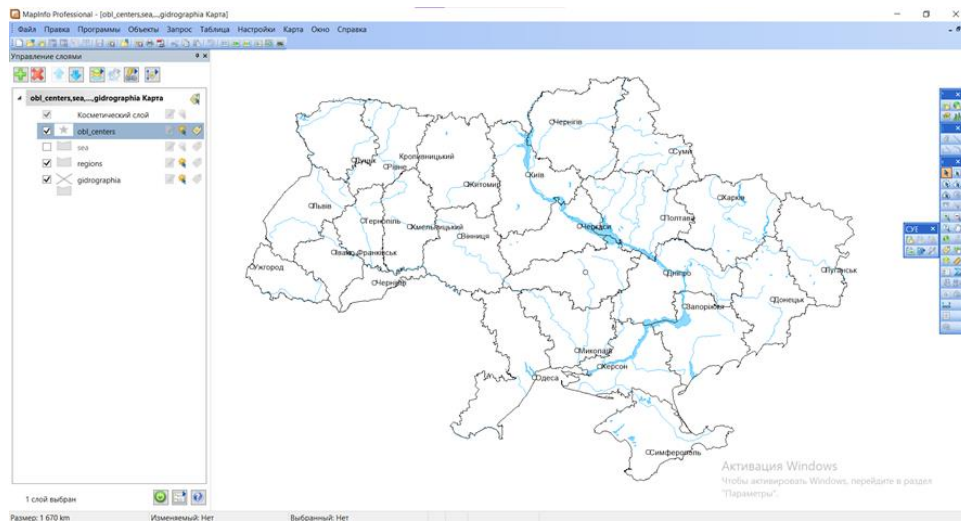


Рис 3.2 Географічна основа в MapInfo.

Після того як основу і таблицю буде додано необхідно перевірити ідентичність полів, за якими буде проводитись геокодування - вміст комірок повинен повністю співпадати; геокодувати таблицю, правильно вибравши таблицю, яка геокодується та таблицю, до графічних об'єктів якої будуть приєднані ці дані, та відповідні колонки зі спільними назвами або кодами. Перевірити правильність геокодування, шляхом відображення геокодованої таблиці з підписами на карті України.

Наступним етапом потрібно вибрати необхідний спосіб картографічного зображення. Для відображення викидів забруднюючих речовин по роках найкраще підходить картодіаграма. А для відносного показника викидів забруднюючих речовин на квадратний кілометр площі краще підійде спосіб картограми. Вибрати таблицю та відповідні колонки з даними, за якими буде створюватися тематична карта. Підібрати діапазони шкал, форму, розміри та розміщення діаграмних фігур.

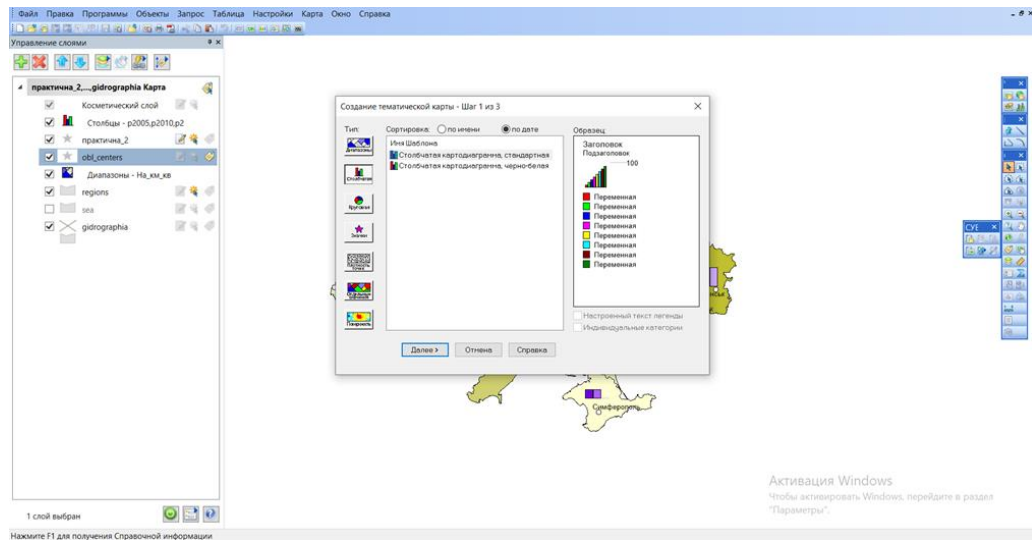


Рис 3.3 Створення картодіаграми

Після цього зберегти макет карти та завершити роботу з оформлення в програмі Adobe Illustrator. Підібрати вдалу кольорову палітру, розробити легенду, вставити назву карти та інші супутні написи. Після цього експортувати зображення в роздільності 300 dpi. Після всіх налаштувань отримуємо карту, на якій способом діаграм показано викиди в атмосферне повітря за 2005, 2010 та 2015 роки, а способом картограм показано відносний показник забруднення повітря по регіонам (див. Додаток А).

Для карти «Викиди забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення» візьмемо статистичні дані за 2020 рік.

Область	усього	вуглець
Вінницька	78,2	4,2
Волинська	5,1	0,5
Дніпропетровська	534,7	20,5
Донецька	751	22,2
Житомирська	11,8	0,7
Закарпатська	3,3	0,2
Запорізька	155,5	13
Івано-Франківська	140,4	10,2
Київська	66,6	3,7
Кіровоградська	10,7	0,8
Луганська	35,5	2
Львівська	76	3
Миколаївська	11,2	2,1
Одеська	42,6	1,6
Полтавська	45,8	1,6
Рівненська	10,1	2,1
Сумська	20,9	1,3
Тернопільська	9,5	0,5
Харківська	94,1	7,8
Херсонська	17,8	0,3
Хмельницька	18,2	2,3
Черкаська	51,4	2,4
Чернівецька	1,8	0,1
Чернігівська	20,9	1,4

Рис 3.4 Статистичні дані для карти викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря

Викиди діоксиду вуглецю покажемо способом картодіаграми, а відносний показник - викиди забруднюючих речовин тисяч тон на км² картограмою. Для цього необхідно чисельність усіх викидів поділити на площу регіону. Таким чином ми отримаємо необхідний для нас результат. Карту дооформлюємо в Adobe Illustrator (див. Додаток Б).

Для карти «Скидання забруднених зворотних вод у поверхневі об'єкти» візьмемо статистичні дані за 2019 рік.

Область	усього	частка %
Вінницька	1	1,6
Волинська	0	0
Дніпропетровська	200	27,1
Донецька	45	3,9
Житомирська	2	2,7
Закарпатська	3	7,5
Запорізька	11	1,3
Івано-Франківська	1	1,6
Київська	2	0,4
Кіровоградська	3	7,5
Луганська	16	3,9
Львівська	45	26,8
Миколаївська	20	25,6
Одеська	36	22,4
Полтавська	2	2,6
Рівненська	5	9,6
Сумська	21	45,7
Тернопільська	2	5,1
Харківська	15	5,2
Херсонська	1	1,1
Хмельницька	1	2,1
Черкаська	3	2,9
Чернівецька	1	2,4
Чернігівська	14	18,2

Рис 3.5 Статистичні дані для карти «Скидання забруднених зворотних вод у поверхневі об'єкти»

Абсолютний показник «скидання забруднених зворотних вод у поверхневі водні об'єкти, усього млн. м³» покажемо способом картодіаграми, а відносний показник «частка у загальному обсязі водовідведення, відсотків» - картограмою (див. Додаток В).

На карті «Утворення відходів у 2020 році» абсолютний показник «утворених відходів тис.т» покажемо способом картодіаграм, а відносний – «утворених відходів - усього тон на км²» - картограмою (див. Додаток Г).

На карті «Вирубка лісів у 2020 році» картодіаграмою покажемо показник «площа рубок лісу у км²», а картограмою «частка вирубаного лісу від площі регіону, у відсотках» (див. Додаток Д).

На карті «Внесення мінеральних добрив у 2020 році» абсолютний показник «площа, удобрена мінеральними добривами км²» представлено картодіаграмою, а відносний показник «внесено мінеральних добрив, кг на га» - показано картограмою (див. Додаток Е).

3.3. Аналіз результатів, напрямки подальших досліджень та використання геоінформаційних технологій у картографуванні екологічної ситуації в Україні.

Після проведення картографування екологічної ситуації в Україні за допомогою геоінформаційних технологій проаналізовано отримані результати. Цей аналіз дає змогу зрозуміти масштаб і складність екологічних проблем у країні. Це також дозволяє визначити ключові фактори, що впливають на екологічну ситуацію, і оцінити рівень небезпеки як для навколишнього природного середовища, так і для здоров'я людини. Результати були упорядковані та включені в геоінформаційну систему, що сприяло створенню картографічного зображення екологічної ситуації в Україні.

Завдяки використанню геоінформаційних технологій для картографування екологічної ситуації в Україні, аналіз отриманих результатів дозволив сформулювати наступні напрями досліджень для подальших досліджень:

Для правильного розуміння змін у навколишньому середовищі вкрай важливо спостерігати та досліджувати екологічну ситуацію в різних регіонах України. Це необхідно для виявлення закономірностей і з'ясування основних причин таких змін. Завдяки цьому стає можливим робити обґрунтовані прогнози та пропонувати рекомендації для майбутньої екологічної політики.

Щоб підвищити деталізованість екологічних карт, необхідно вдосконалити обробку та інтеграцію геопросторових даних. Цього можна досягти шляхом створення інноваційних алгоритмів і аналітичних методів, які сприяють більш ефективному та комплексному аналізу даних. Впроваджуючи такі заходи, можна скласти більш детальні та точні карти екологічної ситуації.

Щоб підвищити точність результатів досліджень, вченим необхідно розширити джерела інформації. Завдяки інтеграції нових джерел, таких як супутникові дані високої роздільної здатності, датчики мобільних пристроїв і соціальні мережі, наукові дослідження можуть краще інтегрувати додаткові джерела даних.

Впровадження геоінформаційних технологій для картографування стану навколишнього середовища України є потужним інструментом для збору, аналізу та візуалізації екологічного стану. Враховуючи постійні зміни в екологічних і антропогенних процесах, використання ГІС допоможе в представленні неупереджених і доречних даних для осіб, які приймають рішення в сферах сталого розвитку та екологічного управління.

ВИСНОВКИ

Україна може похвалитися різноманітністю природних і антропогенних екосистем, і завдяки використанню ГІС стає можливим ретельно досліджувати та відстежувати зміни в них. Щоб скласти карту екологічного стану, вкрай важливо зібрати доречні та надійні дані. Це стосується різноманітних джерел, включаючи супутникові зображення, дані метеорологічних станцій, спостереження на місці та інші інформаційні джерела. Після збору ці дані повинні пройти сувору обробку та аналіз за допомогою ГІС, щоб розпізнати закономірності, тенденції та зв'язки між різними екологічними факторами.

У ході роботи було досягнуто такі цілі:

Вивчено історії розвитку геоінформаційних технологій в картографуванні екологічної ситуації. Початки використання ГІС в картографуванні екологічної ситуації, етапи розвитку технологій та їхній вплив на картографування.

Розглянуто проекти та наукові дослідження, пов'язані з картографуванням екологічної ситуації засобами ГІС. Оглянуто роботи, що вже були проведені, їх результати та значення для розвитку картографії екологічної ситуації.

Оцінено аналіз сучасного стану використання геоінформаційних технологій у картографуванні екологічної ситуації в Україні. Визначено основні технічні та методологічні проблеми, з якими стикаються картографи та науковці в цій галузі. Оглянуто програмне забезпечення та інструменти, що використовуються для картографування екологічної ситуації засобами ГІС. Описано можливості та функціональності таких програм, їх переваги та недоліки.

Визначено поняття «екологічна ситуація» в Україні. Розглянуто приклади успішної реалізації проектів з картографування екологічної ситуації. Проаналізовано вибір джерел статистичних даних з екологічної сфери. Описано методи та інструменти обробки статистичних даних, які допоможуть зробити їх зрозумілими для картографічного представлення.

Досліджено ресурси, які надають статистичні дані з екологічної сфери.

Створено серію тематичних карт на екологічну тематику. Проаналізовано результати, напрямки подальших досліджень та використання геоінформаційних технологій у картографуванні екологічної ситуації в Україні.

Робота насамперед висвітлює те, що використання ГІС для картографування екологічної ситуації в Україні є дуже вигідним і бататообіцяючим. Застосовуючи ГІС, можна покращити процеси прийняття рішень у сфері екології та зробити заходи з охорони навколишнього середовища ефективнішими. Інтеграція ГІС з екологічними даними має потенціал для усунення прогалини у розумінні складної екологічної ситуації та може призвести до створення науково обґрунтованих рішень для збереження природних ресурсів і сприяння сталому розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко Е.Л. Геоінформаційне еколого-географічне картографування / Бондаренко Е.Л. – К.: Фітосоціоцентр, 2007. 272 с.
2. Веб-картографування: посібник / Е.Л. Бондаренко.- К., 2021. 82 с.
3. Основи картографії в екології (для студентів ННЦ Інститут біології) / С.В. Тітова, Т.В. Дудун. К., 2015. 139 с.
4. Голубєв Г.І. Геоінформаційне та картографічне забезпечення екологічних програм // Екологія. – 2007. – № 5.
5. Шевчук В.Я. Гармонізація життєдіяльності суспільства; інформаційна методологія безпеки й розвитку // Інформаційні технології управління екологічною безпекою, ресурсами та заходами у надзвичайних ситуаціях: Міжнарод. наук.-практ. конференція. – К.; Харків; Крим, 2009.
6. Бондар О.І., Шевченко Р.Ю. Моніторинг стану навколишнього середовища засобами ГІС: навчально-методичні та практичні рекомендації. 2018. 52 с.
7. Бондар О.І., Фінін Г.С, Унгурян П.Я., Шевченко Р.Ю. Дистанційні методи моніторингу довкілля. Херсон : Олді+, 2019. 298 с.
8. Шевченко Р.Ю. Малий екологічний атлас України. Екологічний вісник. 2005. № 1.
9. Барановський В.А. Екологічна географія і екологічна картографія. – Національна академія наук України. Рада по вивченню продуктивних сил України. Київ: - Фітосоціоцентр. 2001. 250 с.
10. Пересадько В.А. Картографічне забезпечення екологічних досліджень і охорони природи. / В.А. Пересадько. – Х., 2009. 350с.
11. Пересадько В.А. Наукові, методичні й організаційні принципи створення системи еколого-природоохоронних картографічних творів /В.А. Пересадько. // Вісник ХНУ – 2001. – №521.

12. Пересадько В.А. Системне еколого-природоохоронне картографування: завдання, цілі і методи / В.А. Пересадько. // Укр. геогр. журнал. – 2002. – № 2.
13. Руденко Л. Г. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води./ Л. Г. Руденко, В.П.Разов, В. М. Жукинський та ін. – К.: Символ-Т, 1998. 48 с.
14. Андрейчук Ю.М. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. посіб. / Ю.М. Андрейчук, Т.С. Ямелинець. – Львів : Простір-М, 2015. – 284 с.
15. Влах М. Історія географії : навч. посібник / М. Влах. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2018. – 338 с.
16. Дудун Т.В. Географічні карти та картографічний метод дослідження. Т. 2. Картографічний метод дослідження / Т.В. Дудун, С.В. Тітова. – К., 2017. – 145 с
17. Зацерковний В.І. Аерокосмічні дослідження Землі: історія розвитку / В.І. Зацерковний, Н.П. Каревіна. – К. : ТОВ —Юстон ЛТД, 2014. – 302 с.
18. Картографія. Терміни та визначення / [Держстандарт України – ДСТУ 2757-94.]. – К., 1994. – 95 с.
19. Основи картографії : навч.-метод. посібник для студ. денної форми навчання спеціальностей 7.070908 — Геоінформаційні системи та технології, 7.070801 —Екологія та охорона навколишнього середовища / уклад. Л.К. Войславський. – Х. : ХНАМГ. 2005. 39 с.
20. Давидчук В. Методи ландшафтного картографування з використанням ГІС та інших комп'ютерних техно логій : [текст] / В. Давидчук, Л. Сорокіна, В. Родіна // Вісник Львів. ун-ту. Серія географ. – Львів : Вид-во Львів. ун-ту, 2013. – Вип. 31.
21. Вольська С.Ю., Геоінформаційна технологія: етапи розвитку, стан в Україні/ С.Ю.Вольська, О.Маргаф, Л.Г. Руденко Л.Г. // Укр. геогр. журнал, 1993,– №4.

22. Морозов В.В. ГІС в управлінні водними і земельними ресурсами [Текст]: Навч. посіб. / В.В. Морозов; Херсонський державний університет. – Херсон: Вид-во ХДУ, 2006. 91 с.

23. <https://www.globalforestwatch.org/>

24. <https://oceanpredict.org/>

25. <https://www.esri.com/en-us/about/science/ecological-marine-units/overview>

26. <https://globalfishingwatch.org/>

27. <https://www.geo-wiki.org/>

28. <https://landpotential.org/>

29. <https://waterwatch.io/>

30. <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/overview>

31. <https://www.qgis.org/en/site/>

32. <https://grass.osgeo.org/>

33. <https://esri.ua/>

34. <https://earthengine.google.com/>

35. <https://saga-gis.sourceforge.io/en/index.html>

36. <https://ecoaction.org.ua/>

37. <https://www.eea.europa.eu/en>

38. <https://earthobservatory.nasa.gov/>

39. <https://www.iea.org/>

40. <https://www.unep.org/>

41. <https://www.noaa.gov/>

42. <https://www.globalcarbonproject.org/>

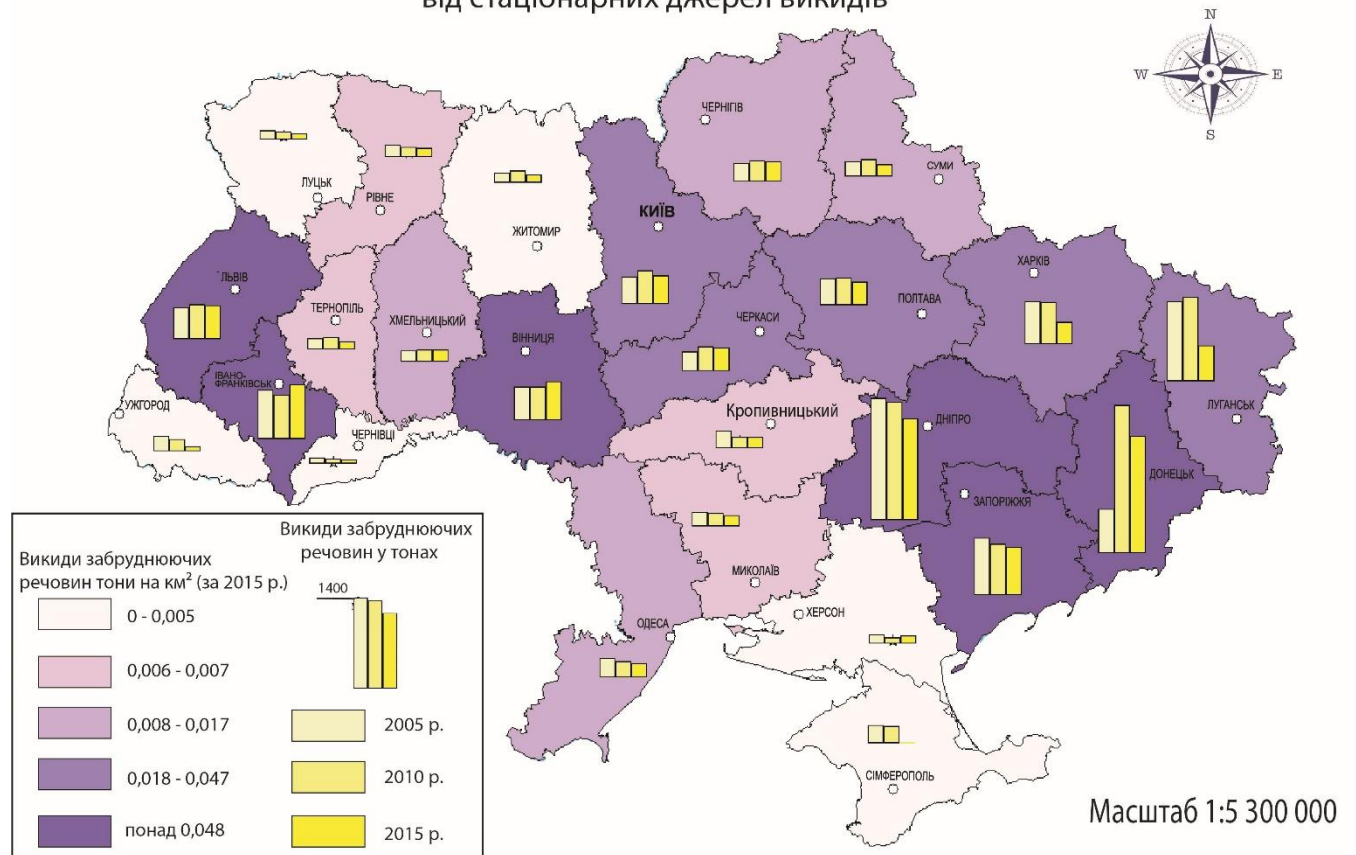
43. <https://www.ukrstat.gov.ua/>

44. <https://dsns.gov.ua/uk>

ДОДАТКИ

Додаток А

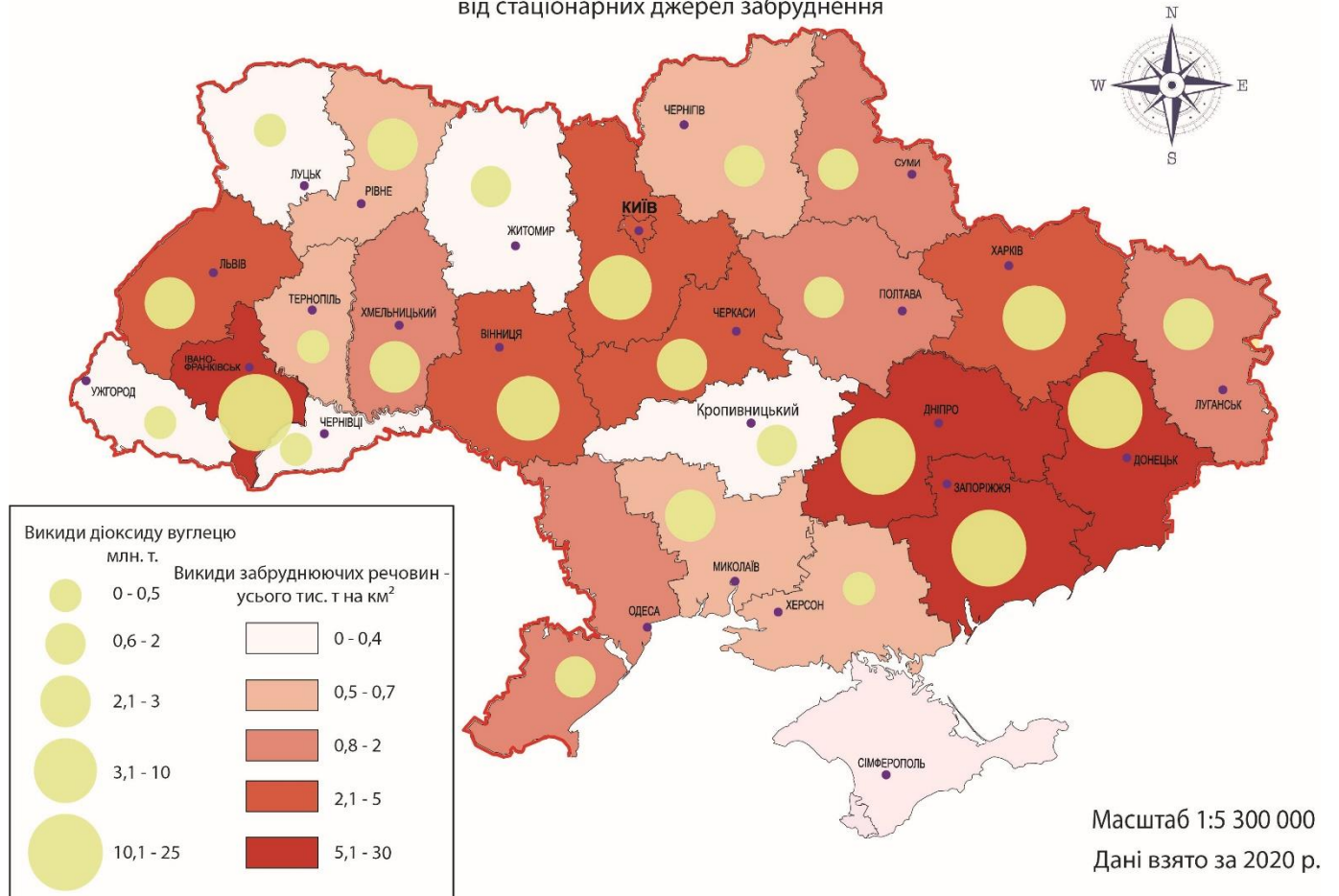
Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів



Карта «Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів»

Додаток Б

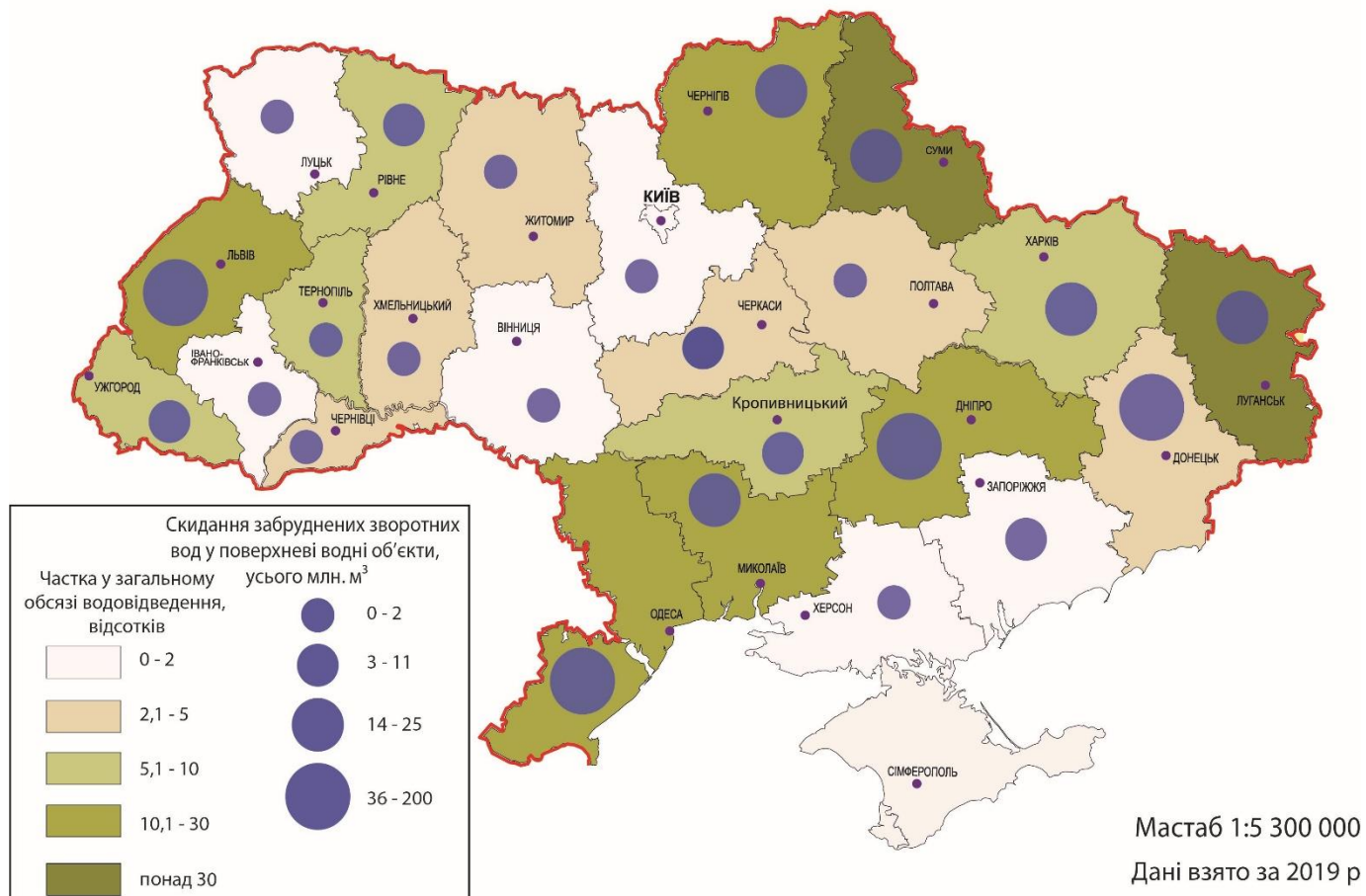
Викиди забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення



Карта «Викиди забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення»

Додаток В

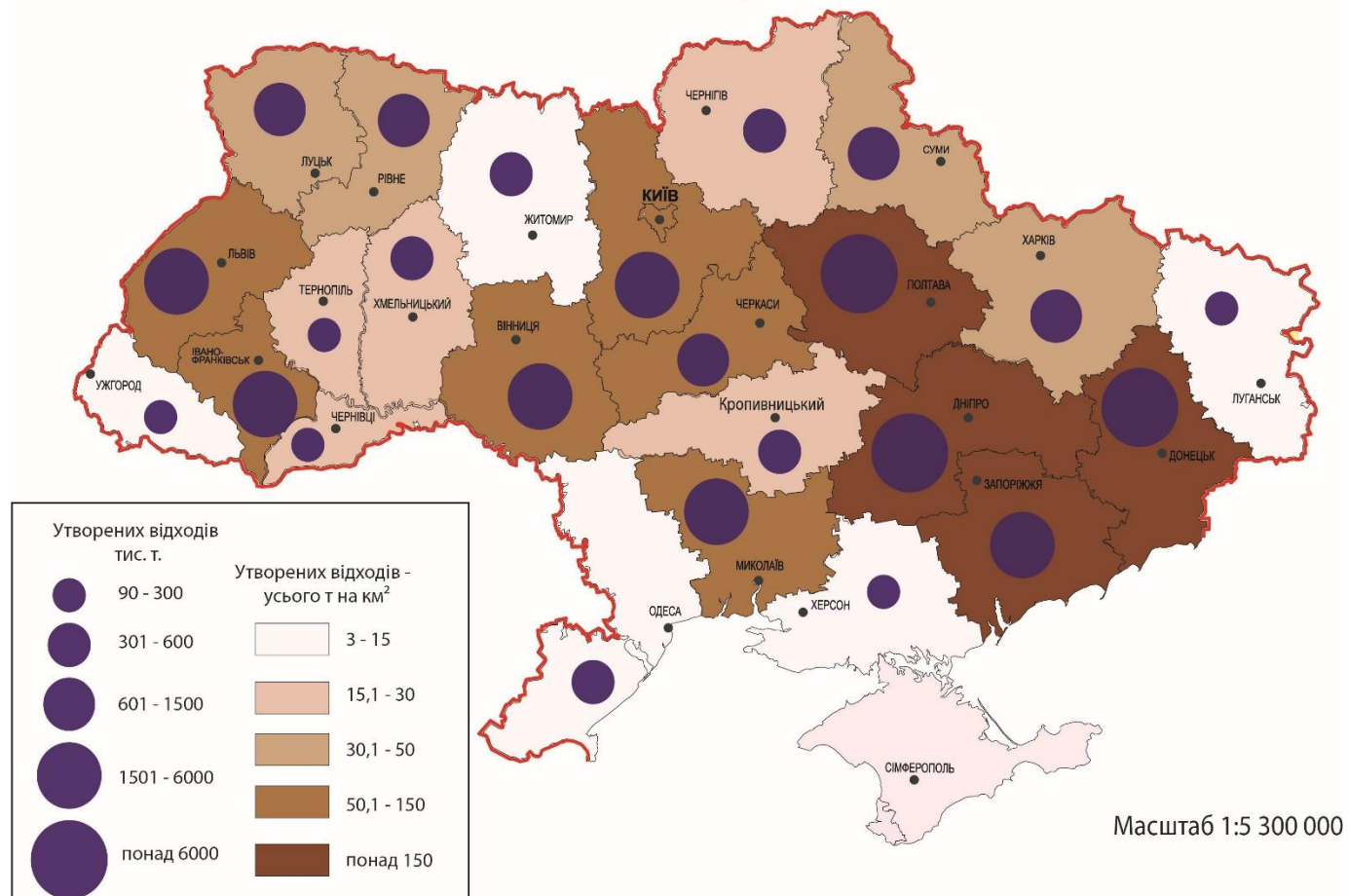
Скидання забруднених зворотних вод у поверхневі водні об'єкти



Карта «Скидання забруднених зворотних вод у поверхневі водні об'єкти»

Додаток Г

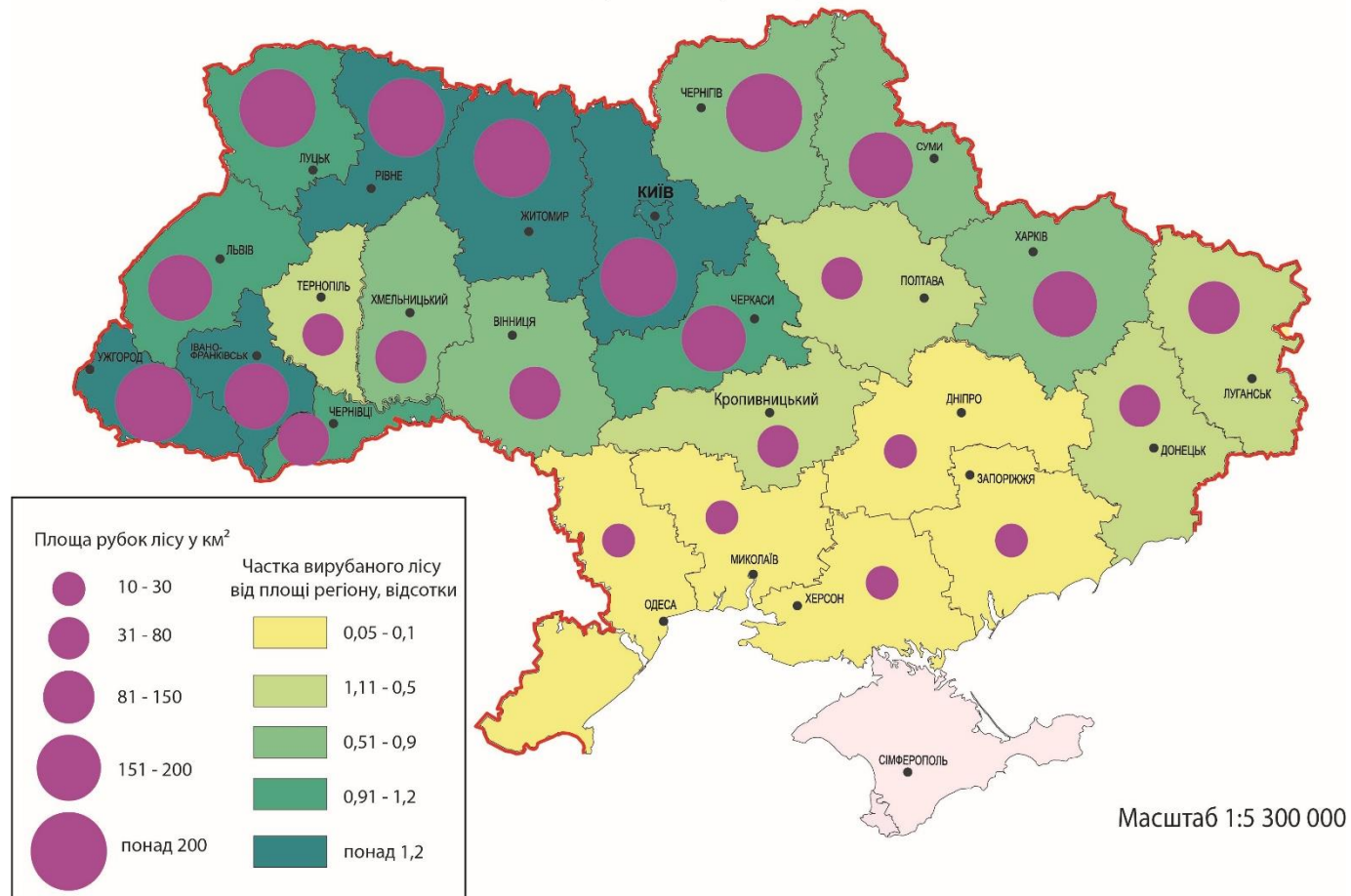
Утворення відходів у 2020 році



Карта «Утворення відходів у 2020 році»

Додаток Д

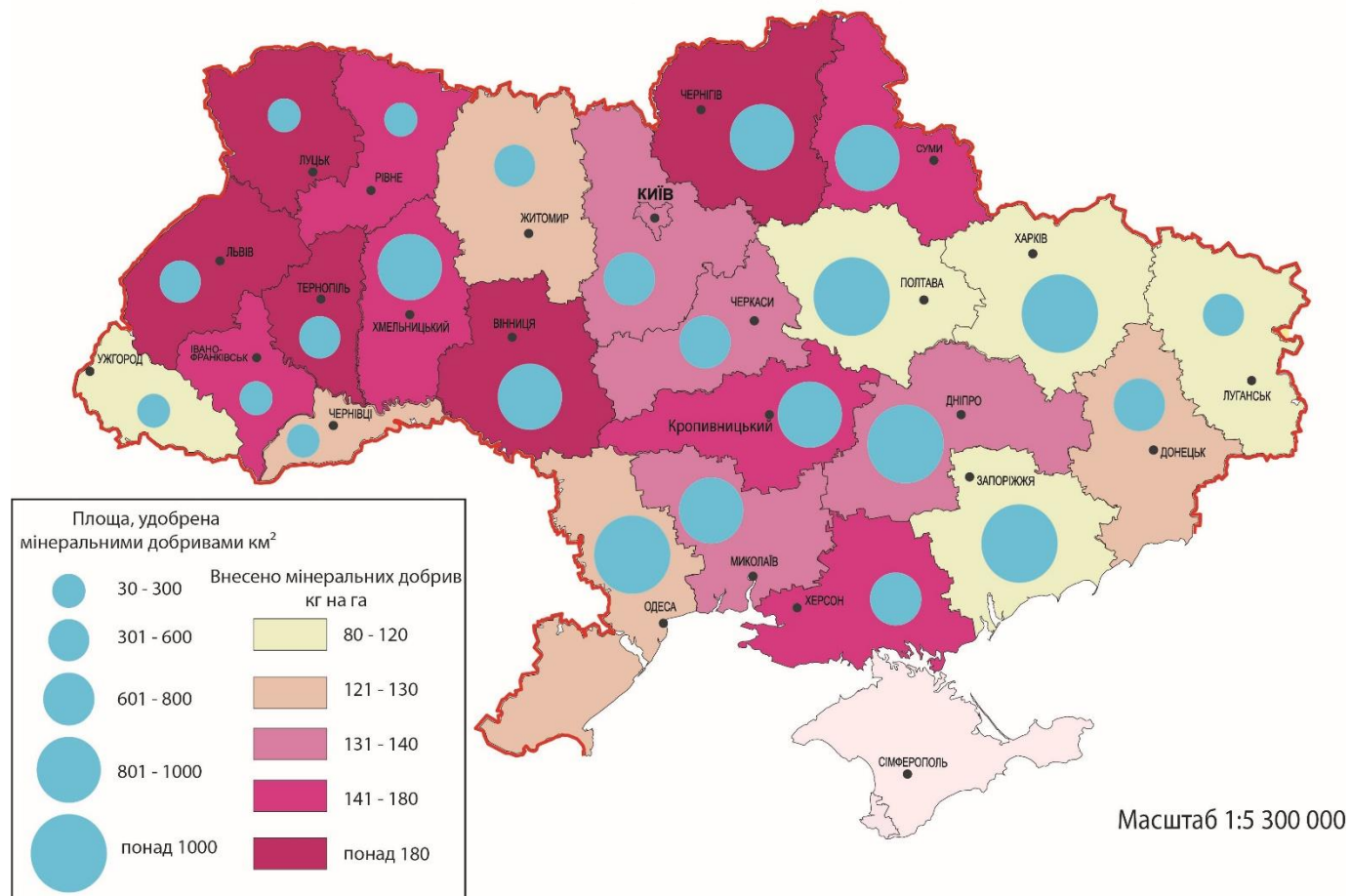
Вирубка лісів у 2020 році



Карта «Вирубка лісів у 2020 році»

Додаток Е

Внесення мінеральних добрив у 2020 році



Карта «Внесення мінеральних добрив у 2020 році»