

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

На правах рукопису
УДК 528.946:631.471

**СТВОРЕННЯ СЕРІЇ ЕЛЕКТРОННИХ КАРТ ҐРУНТІВ
КРЕМЕНЕЦЬКОГО РАЙОНУ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Галузь знань 10 – «Природничі науки»

Спеціальність 103– «Науки про Землю»

Освітня програма – «Картографія»

Випускна кваліфікаційна робота магістра
студентки 2 курсу магістратури
Сидорук Оксани Олександрівни

Науковий керівник –
доктор географічних наук, професор
Даценко Людмила Миколаївна

Допущено до захисту:

Протокол засідання кафедри № ____ від « ____ » _____ 2021 року
Завідувач кафедри _____ проф. Даценко Л. М.

Київ – 2021

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ I. Теоретико-методичні основи картографування ґрунтів.....	6
1.1. Історія розвитку картографування ґрунтів.....	6
1.2. Геоінформаційні технології в картографуванні ґрунтів.....	24
1.3. Теоретико-методична основа дослідження.....	32
РОЗДІЛ II. Природні умови та фактори ґрунтоутворення ґрунтів Кременецького району Тернопільської області.....	38
2.1. Геологічна будова.....	39
2.2. Рельєф.....	40
2.3. Клімат.....	41
2.4. Ґрунтові води.....	42
2.5. Рослинність.....	43
2.6. Антропогенна діяльність.....	44
2.7. Ґрунтовий покрив.....	46
РОЗДІЛ III. Розробка серії електронних карт ґрунтів Кременецького району Тернопільської області.....	50
3.1. Створення серії електронних карт ґрунтів Кременецького району Тернопільської області.....	52
3.2. Аналіз карт ґрунтів Кременецького району Тернопільської області.....	65
ВИСНОВКИ.....	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	83
ДОДАТКИ.....	90

ВСТУП

Ґрунт — головний та незамінний ресурс нашої планети, невід’ємний елемент біосфери та екосистеми. Надзвичайно важливо знати властивості ґрунту, його поширення на земній поверхні, а також правильно і вміло використовувати ці знання.

Ефективним способом передачі та збереження інформації про ґрунт є карти. Сфера використання картографічних матеріалів різноманітна: планування агропромислового виробництва, меліорація земель, лісовпорядкування, наукові дослідження, охорона та моніторинг земельних ресурсів та екосистеми в цілому.

Важливими факторами, які значно підсилюють ефективність проведення дослідження ґрунтового покриву є електронні карти на основі яких можна здійснювати аналіз ґрунтового покриву, відслідковувати динаміку, розробляти прогнози та ухвалювати ефективні рішення щодо управління земельними ресурсами тощо.

Цінне значення картам ґрунтів надавали науковці та прості фермери ще в минулому столітті. Доказом цього можуть слугувати слова академіка Ф. Ю. Левінсон-Лессинг, учня В. В. Докучаєва: «Ґрунтова карта однаково важлива і для вченого агронома, і для практика-господаря; для обох вона повинна служити вихідною точкою як подальшого вивчення ґрунтів, так і застосування тієї або іншої системи рільництва і сільського господарства, взагалі – і тих або інших засобів до поліпшення продуктивності ґрунту (Левенсон-Лессинг Ф.Ю. Картография почв в Западной Европе и в России. – 1889) [9].

Актуальність теми. За сучасної ситуації в Україні, внаслідок нестачі якісних, інформативних і точних карт ґрунтів, створення електронних карт засобами ГІС має особливу актуальність і значимість.

На сьогоднішній день основними картографічними матеріалами, які ще досі використовують є матеріали великомасштабного обстеження ґрунтів, що проводилось в 1957-1961 роках минулого століття. Згодом виконувалося їхнє

коригування, але переважно суто камеральне, тому такі карти мають низьку інформативність і не відповідають вимогам сьогодення.

Термін придатності цих карт давно вже закінчився і приймати їх як за достовірне джерело інформації недоречно. Ґрунтознавці вважають, що актуальність матеріалів ґрунтових обстежень втрачається вже за 15-20 років. Безперечно, використання матеріалів великомасштабного обстеження допустиме, але лише для аналізу змін ґрунтового покриття у часі та як основу для створення сучасних та достовірних карт ґрунтів.

Застосування ГІС-технології є одним із найкращих способів вирішення завдань поставлених перед картографуванням ґрунтового покриття. ГІС дозволяють прискорювати процес створення та корегування карт, доступна можливість побудови супровідних карт до основної ґрунтової карти.

У даній роботі для створення серії карт ґрунтів було обрана територія південно-східної частина Кременецького району Тернопільської області, що до 2020 року виділялася як Лановецький адміністративний район.

Важливо звернути увагу, що у межах району поширені чорноземи типові, що є одними з найродючіших ґрунтів в межах нашої країни. Також зважаючи на вагому роль ґрунту у структурі сільськогосподарських угідь, в екосистемі та охороні природи, інформація про ґрунт, його властивості, які відображені на серії карт є особливо необхідною та актуальною.

Таким чином, створення серії електронних карт ґрунтів Кременецького району Тернопільської області є досить важливим з екологічної, наукової та практичної точки зору.

Об'єктом дослідження є ґрунтовий покриття Кременецького району Тернопільської області.

Предметом дослідження є теоретико-методичні засади створення серії електронних карт ґрунтів Кременецького району Тернопільської області.

Мета роботи: на основі аналітичних та картографічних матеріалів засобами ГІС створити серію електронних карт ґрунтів Кременецького району Тернопільської області

Для досягнення мети досліджень було поставлено наступні **завдання:**

1. Ознайомитися з теоретико-методичними основами картографування ґрунтів, що включає у себе:

- аналіз історії розвитку картографування ґрунтів;
- дослідження картографування ґрунтів із залученням ГІС;
- опрацювання теоретико-методичних основ дослідження.

2. Проаналізувати природні умови та фактори ґрунтоутворення Кременецького району Тернопільської області шляхом вивчення геологічної будови, рельєфу, клімату, ґрунтових вод, рослинності та антропогенної діяльності людини.

3. Розробити серію електронних карт ґрунтів Кременецького району Тернопільської області, що включає у себе:

- створення серії електронних карт ґрунтів району;
- аналіз електронних карт ґрунтів району.

При написанні кваліфікаційної роботи застосовувався комплекс загальнонаукових та спеціальних методів, зокрема були використані такі методи: картографічний, порівняльно-географічний, проблемно-хронологічний, історико-системний (історико-науковий), історико-географічний, системний, аналізу і синтезу, систематизація, логічного узагальнення, математичний, статистичний, аналітичний та інші.

Вихідним матеріалами при створенні серії електронних карт ґрунтів була паперова карта ґрунтового покриття даної території 1961 року та доданий до неї технічний звіт по обстеженню ґрунтового покриття [49].

РОЗДІЛ I

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ КАРТОГРАФУВАННЯ ҐРУНТІВ

Сьогодні картографія ґрунтів являє собою окремий науковий напрям, зміст якого визначається різноманітністю завдань, розв'язуваних за допомогою карт різного призначення й різних масштабів. Картографування ґрунтів розвивалося на стику ґрунтознавства, географії й картографії. Вирішення найактуальніших та найгостріших проблем картографування ґрунтів наразі залежить від застосування методики дослідження, стану уже наявних картографічних матеріалів, їх інформативності й точності, способів їх оформлення, розробки актуальних ґрунтових карт із застосування найновіших технічних можливостей. Водночас важливим є розуміння теоретичних основ та історичного розвитку картографування ґрунтів.

Найважливішим результатом картографування ґрунтів є готова ґрунтова карта, саме над її створенням зосереджені наші дослідження.

Влучно про важливість картографування ґрунтів та ґрунтової карти висловився вчений-ґрунтознавець Ф. Я. Гаврилюк: «Ґрунт — дзеркало природи, а ґрунтова карта — дзеркало наших знань про закономірності розвитку ґрунтів в часі і просторі. Ґрунтові карти розраховуються на багато років, тому, враховуючи їх науково-практичне значення, карту і її легенду (умовні знаки) потрібно складати так, щоб вони відображали найновіші досягнення науки» (Веремеєнко С. І., Фурман В. М. Картографія ґрунтів, – 2012) [7].

1.1. Історія розвитку картографування ґрунтів.

Впродовж багатьох століть, людство накопичило величезну кількість інформації про ґрунт, як один з найцінніших природних ресурсів нашої планети. Обсяг знань про ґрунти постійно змінювався та удосконалювався разом із розвитком науки та техніки.

Важливим джерелом інформації про ґрунтові ресурси є ґрунтові карти. Окрім уявлення про ґрунтовий покрив, це складова інформації про навколишнє середовище, екосистеми та біосферу в цілому.

Поетапний аналіз еволюції наукових ідей картографування ґрунтів, вивчення наукових розробок та надбань вчених у даній галузі має надзвичайно важливе значення для кращого розуміння встановлення та розвитку картографування ґрунтів.

Картографування ґрунтів слід вивчати не тільки, як явище, що існує лише сьогодні, а як історично-суспільний феномен, що розвивається в часі. Для опису історичного процесу розвитку картографування ґрунтів слід використовувати методологічний принцип історизму, що передбачає вивчення науки, або явища, як системи в процесі її виникнення, становлення та розвитку.

Історичний процес при картографуванні охоплює не тільки історію картографування певної території, чи створення певного картографічного твору, він включає і розвиток картографічного інструментарію, технологій ідей та концепцій.

Знання про ґрунт стали важливими з того часу, коли людина почала вирощувати рослини та займатися землеробством. Перші спроби узагальнити ці знання були ще в стародавньому Китаї, античній Греції та Ацтекській імперії.

Встановлено, що перші ґрунтові карти були створені в Китаї більше 4000 років до н.е. для потреб обліку та оподаткування земель. З тих пір ґрунтова карта пройшла довгий і складний процес становлення і розвитку [59].

Питаннями примітивного картографування ґрунтів цікавилися й ацтеки. Вони створили карти де одночасно вказали землеволодіння, продуктивність та окремі властивості ґрунтів. Такі карти містили інформацію про тип ґрунту у вигляді спеціальних позначок. Ацтеки розробили класифікацію ґрунтів на основі ґрунтових властивостей (родючість, структура, вологість і генезис), топографічного розташування, типу рослинності та особливостей використання. Ця класифікація ґрунтів містила 45 класів і використовувалася для декількох

цілей, включаючи оподаткування, використання ґрунтів, вирощування лікарських рослин, а також для примітивного будівництва [59].

В роботах стародавніх філософів є перші примітивні класифікації ґрунтів, способів обробки, та уявлення про генезу.

Проте розвиток науки про ґрунти і їх картографування почався значно пізніше.

Середина XIX століття пов'язана з початком активного вивчення ґрунтів. Зокрема були закладені перші принципи та підходи і у картографуванні ґрунтів. В 1850-х і 1860-х роках розпочалось картографування ґрунтів в Німеччині, Франції, Австрії, Росії, Нідерландах та Бельгії, яке проводилось базуючись на ідеях та класифікаційних підходах поширеного на той час напрямку — агрогеології.

Цей напрямок розглядав ґрунт лише як геологічне утворення, незважаючи на біологічні процеси в ньому. Тому ця теорія не могла дати правильного уявлення про ґрунт, хоча в розробці окремих питань ґрунтознавства були досягнуті певні успіхи.

Розвиток картографування ґрунтів даного періоду пов'язаний з працями Фердинанда Зенфта (1857), Фридриха Фаллу (1862) та Альберта Орта (1877). Вчені на основі структури та вмісту гумусу в ґрунтах розробили ґрунтові, агрогеологічні карти.

У 1875 році Альберт Орт запропонував поняття ґрунтового профілю як базового елементу агрогеологічної карти в Німеччині. В 1887 році на основі цієї думки, німецький вчений Феск розробив та опублікував агрогеологічну та ґрунтову карти Японії. Подібні спроби були зроблені в Ірландії та в Англії [59].

В Нідерландах перші ґрунтові карти були створені в 1860-х роках у масштабі 1:200 000 і містили суттєву літологічну відмінність між алювіальним, делювіальними і третинними ґрунтами [59].

Перші ґрунтові карти в Сполучених штатах Америки були частиною проведених раніше геологічних досліджень. Першою була ґрунтова карта штату

Массачусетс опублікована у 1841 році, яка більшою мірою нагадувала геологічну карту. Унікальною є карта ґрунтів штату Вісконсин створена в 1882 році Чемберліном, завдяки цій карті вперше було визначено відмінності між геологічною і ґрунтовою картами [59].

В США систематичне картографування ґрунтів пов'язане з початком національної програми обстеження ґрунтів, яка розпочалась в 1899 році. Перша дрібномасштабна карта типів ґрунтів США була опублікована у 1909 році Мілтоном Вітні. Легенда цієї карти включала типи ландшафтів, види осадових порід [59].

Перша ґрунтова карта всієї країни з'явилася разом із класифікацією ґрунтів США за Болдуїном, Келлогг і Торпом. Ця карта опублікована в масштабі 1:80 000 000 та була наочною ілюстрацією до запропонованої класифікації. Легенда карти складалася лише з 9 одиниць [59].

Картографування ґрунтів у Російській імперії умовно можна розділити на два періоди: додокучаєвський і докучаєвський.

Перший період характеризувався накопиченням знань про ґрунти мандрівниками, географами, економістами, тощо.

Ще в XV столітті було проведено перший опис землеволодінь і ґрунтів в Російській імперії. Проте в даний період ґрунтознавство, а відповідно і картографування ґрунтового покриву не було відділене від агрономії, чи геології і не мало самостійного наукового визначення.

У Російській імперії, починаючи з 1812 року військовим департаментом запроваджується «Депо карт», де було опубліковано багато картографічних матеріалів. На військово-топографічних картах показували інформацію про військові події та воєнні операції, але одночасно ці карти містили певну інформацію про ґрунтовий покрив. Точно на картах відображали такі місця, як піщані масиви, болота і заболочені ґрунти, солончаки, заплави річок, адже такі відомості були надзвичайно важливі для військової справи [59].

У 1838 році Міністерство державної власності Російської імперії

розпочало систематичне вивчення ґрунтів і нанесення їх на карти. Вагоме значення для картографування ґрунтів мали роботи кадастрових комісій, які почали виконуватися в 1842 році для «зрівняння грошових збирань з державних селян» [59].

По відомостям про ґрунти шляхом опитування на місцях землевпорядників та землевласників в 1851 році була опублікована ґрунтова карта для європейської частини країни під керівництвом К. С. Веселовського. Це була перша оглядова ґрунтова карта Європейської Росії в масштабі 1:8 400 000 (200 верст в дюймі). На карті були показані 8 видів ґрунтів з них з генетичною основою лише два — чорнозем і солонець. Решта — це геологічні назви [50]. Також на ній були нанесені лінії середньорічних температур повітря і ареалів можливого вирощування деяких сільськогосподарських культур. Ця карта була досить примітивною, але на думку Докучаєва, вона була головною основою для наступних ґрунтових карт.

У 1852 році карта К. С. Веселовського була перевидана, а в 1857-х та 1869-х роках дещо виправлена і доповнена (за редакцією Вільсона) [21].

У 1866 році вийшла у світ карта чорноземної смуги в масштабі 400 верст у дюймі, складена Ф. І. Рупрехтом [21].

За аналогічною схемою, за редакцією економіста-географа В. І. Чаславського в 1879 році була складена ґрунтова карта Європейської Росії в масштабі 1:2 520 000. Видання відрізнялося від карти Веселовського і Вільсона, насамперед більшим масштабом, вона містила 32 види ґрунтів і показувала межі їх поширення, включаючи чорноземи, сірі суглинки та інші [21]. Карта В. І. Чаславського було значним досягненням у дослідженні ґрунту і його картографування.

Варто зауважити, що до кінця 80-х років XIX століття був накопичений значний матеріал стосовно ґрунтового покриву. Важливим недоліком ґрунтових карт цих часів є, те що вони склалися на підставі матеріалів, отриманих шляхом опитування селян, поміщиків і чиновників, карти склалися не

грунтознавцями чи агрономами, а статистиками. Цілком очевидно, що ґрунтові карти, створені таким методом, не показують дійсного характеру ґрунтового покриву, вони надто схематичні та неточні.

Новий етап у розвитку картографування ґрунтів пов'язаний з науковою діяльністю видатного природознавця та ґрунтознавця Василя Васильовича Докучаєва (1846 — 1903). В. В. Докучаєв ще в 1879 р. писав: «Тільки з ґрунтовими картами в руках мислимо поставити, частково і вирішити наперед таке надзвичайно цікаве питання: чому ми зустрічаємося не тільки в межах великих областей, але і в районі волостей, а часто в одному і тому ж маєтку, на полях одного і того ж села, ґрунти, абсолютно різні і за кольором, і за складом, і за запасом живильних сил... Нарешті, тільки після ґрунтового знайомства з географією ґрунтів, можна задовільно вирішити питання і про їх походження, а у зв'язку з ІІШ І про їхні властивості, родючість і т. д.» (Докучаєв В.В. Картография российских почв. – 1879) [21].

Саме В. В. Докучаєвим було розроблено і обґрунтовано нову наукову методику картографування ґрунтового покриву, яку він описав при укладанні «Схематической карты чернозёмной полосы Европейской России» (1882). Новизна дослідження вченого в картографуванні ґрунтів полягало в тому, що він створював ґрунтові карти на основі об'єктивного вивчення генезису ґрунтів в природі й у лабораторії, їхньої еволюції й закономірностей географічного поширення. Це дало можливість широко залучати в якості основи топографічні та інші карти із зображенням рельєфу горизонталями і тим підвищити якість і достовірність змісту ґрунтових карт [50].

Так на основі проведених науково-обґрунтованих досліджень були складені цілком достовірні ґрунтові карти Нижегородської (1882 — 1886 рр.) і Полтавській (1888 — 1894 рр.) губерній в масштабі 1:420 000, а пізніше і багатьох інших губерній Російської імперії. Основою карт були не лише описові, але й аналітичні дані [59]. У побудові легенд створених карт широко

використовується розподіл типів ґрунтів на дві основні групи: ґрунти рівнинних територій та ґрунту високогір'я [50].

У 1889 році на засіданні Ґрунтової комісії Вільного економічного товариства, було прийнято наступні принципи картографування ґрунтів [21]:

- складати ґрунтові карти з нанесенням на них по можливості всіх ґрунтоутворювачів;
- ґрунти зображувати фарбами (а не штрихуванням), по можливості близькими до природних кольорів земель;
- при малому масштабі підґрунтя зображувати на розрізах, при масштабі ж великому — на самій карті;
- рельєф наносити при малому масштабі стрілками, які показують напрямок і кут падіння схилу, при великому ж масштабі, особливо в картах окремих маєтків, ізогісовими лініями (горизонталями).

В. В. Докучаєву належить авторство першої генетичної карти чорноземної смуги Європейської Росії в масштабі 1:2520 000, якій не було рівних на той час.

Важливою подією у картографуванні ґрунтів стала схематична карта ґрунтів світу, розроблена В. В. Докучаєвим у 1899 — 1900 роках. На даній карті було зображено широтну зональність географічного поширення ґрунтів. У 1900 році карта ґрунтів, разом з ґрунтовою картою Європейської Росії, і супровідними ґрунтовними пояснювальними записками успішно демонструвалися на всесвітній науковій виставці в Парижі. Світова карта ґрунтів отримала Золоту медаль [59].

Після Докучаєва картографуванням ґрунтів займалися його учні і колеги — М. М. Сибірцев, К. Д. Глінка, П. В. Отоцький, В. І. Вернадський, Г. М. Висоцький, З. А. Захаров, М. О. Дімо та багато інших [45].

Великі заслуги у картографуванні ґрунтів належать К. Д. Глінці. У 1908 році ґрунтознавець розробив першу схему ґрунтової карти світу в масштабі 1:80 000 000. На відміну від ґрунтової карти світу В. В. Докучаєва, де подані ґрунтово-кліматичні пояси, на карті представлені окремі типи ґрунтів. У 1915

році була опублікована удосконалена ґрунтова карта світу К. Д. Глінки. Це видання мало важливе значення для поширення ідей російської ґрунтознавчої наукової школи у світі [59].

Протягом 1905 — 1914 років було розроблені та видані під керівництвом М. О. Дімо, П. А. Зам'ятченського, З. А. Захарова повітові і губернські ґрунтові карти з масштабом, відповідно, 1:126 000 і 1:420 000 [45].

Ґрунтово-картографічні дослідження та землевпорядні роботи, виконані земствами напередодні краху Російської імперії, зробили вагомий внесок в розвиток картографування ґрунтів.

З 1917 року велика увага приділялася питанню родючості ґрунтів. Головною особливістю ґрунтово-картографічних робіт був стрімкий розвиток крупномасштабних ґрунтових зйомок з метою землевпорядкування [45].

За редакцією К. Д. Глінки та Л. І. Прасолова у 1925 році складена ґрунтова карта азійської частини СРСР М. 1:4200 000 [45].

Період 1929 — 1931 років припадає на агрономізація ґрунтових карт. На ґрунтових, агроґрунтових, ґрунтово-агрохімічних та інших схожих за тематикою карт в умовних знаках почали показувати хімічний склад ґрунту (гумус, поглинені основи, гідролітична кислотність, кислотність, ступінь насиченості, шпаруватість, пластичність, коефіцієнт структурності, рухомий фосфор, калій, рухливий азот, механічний склад тощо). Також біля умовного знаку часто містилися відомості про різні добрива, вказувалися способи обробки ґрунтів, час сівби, які польові культури варто вирощувати на кожному ґрунті й інша інформація необхідна для ведення сільського господарства [21].

Найбільш значним досягненням дрібномасштабної картографії є ґрунтова карта СРСР масштабу 1:1 000 000, складання якої було почато за задумом і програмою академіка Л. І. Прасолова в 1932 році, а після нього — І. П. Герасимова. Ця карта послужила реальною основою ґрунтово-географічного районування СРСР [25].

Л. І. Прасолов вважається автором першої ґрунтової карти світу повністю генералізованої з карт континентів та окремих регіонів. Масштаб карти склав 1:50 000 000, видання містило розширену легенду, в назвах ґрунтів використано терміни «лісові», «лучні» та «пустельні» [59].

Варто відзначити ґрунтову карту світу в масштабі 1:10 000 000 створену В. А. Ковдою, Г. В. Добровольським та Є. В. Лобовою [59]. У 1936 році під керівництвом М. Н. Сабашвілі видано карту ґрунтів ґрунтоутворних порід волого-субтропічної зони СРСР. У ці роки було складно ґрунтово-меліоративні карти районів зрошення, обводнення та осушення європейської та азіатської частини СРСР. Створені карти роботи дозволили значно поповнити та розширити знання про ґрунти СРСР [45].

У 50-60-ті роки ХХ століття з'являються наукові розробки картографування ерозійно небезпечних земель (С. С. Соколов, О. І. Банраєв, М. Н. Заславський, Д. Л. Арманд) [45].

Радянські ґрунтознавці активно брали участь зі складання першої міжнародної «Ґрунтової карти світу» в масштабі 1:5 000 000 (період створення 1961—1978 роки). Карта створювалась на основі знань про ґрунти багатьох країн світу. Під час розроблення карти вченими були узгоджена єдина думка щодо організації польових досліджень із уточнення та корегування наявних картографічних матеріалів, а також основні принципів побудови легенди ґрунтів. В 1968 році під час 9-го Всесвітнього конгресу ґрунтознавців в Австралії представлений перший проект карти. Легенда ґрунтів складалася з 106 ґрунтових класів, а сама карта з 5000 ґрунтових одиниць [59].

З 80-х років ХХ століття почали складатися оглядові ґрунтові карти методом генералізації за структурою ґрунтового покриву, у яких основним елементом змісту є контури, що зображують різні форми структур ґрунтового покриву. До цих карт відносяться «Ґрунтова карта СРСР» масштабу 1:2 500, «Ґрунтова карта Монгольської народної республіки» масштабу 1:2 500 000 і

«Ґрунтова карта Світу» масштабу 1:15 000 000, складена А. А. Глазовською і В. М. Фрідландом у якості навчальної для вищої школи [25].

У 1984 році ґрунтові карти були відскановані та оцифровані у векторному форматі, що стало новим етапом у картографуванні ґрунтів [59].

Картографування ґрунтів України в історичному аспекті тісно пов'язано зі складанням перших ґрунтових карт Європейської Росії, а пізніше карт Росії, СРСР і Світу, де в різних масштабах систематизовано ґрунти України.

Засновник української школи ґрунтознавства професор О. Г. Набоких виконував картографічне знімання ґрунтів Київської, Харківської, Подільської та Херсонських губерній [7].

У 1880 — 1890-х роках з'явилися перші тематичні карти ґрунтового покриття Галичини та Польщі (К. Лапчинський, М. Новицький).

У 1900-х роках були видані численні карти ґрунтів окремих повітів і губерній. Ґрунтознавець Таврійського земства М. М. Клепінін уклав «Карту ґрунтів Євпаторійського повіту» (Сімферополь, 1907). М. І. Дубровський, М. М. Клепінін, Т. О. Левадовський уклали «Карту ґрунтів Дніпровського повіту Таврійської губернії» за редакцією М. М. Клепініна (Сімферополь, 1906) розміром 67 x 104 см. Обидві карти видані у масштабі 1:252 000 (в 1 англійському дюймі 6 верст) [52].

Поняття «українське ґрунтознавство» мало своє місце у розвитку ґрунтознавства у 30-х роках минулого століття.

Важливу роль для розвитку картографування ґрунтів України відіграли праці Г. Г. Махова. Під керівництвом ґрунтознавця в 1926 році було складено та видано першу детальну карту ґрунтів України на морфолого–географічних засадах в масштабі 1:1 000 000 [34]. «Почвенная карта Украины в 25-верстном масштабе» була виконана 25 кольорах із текстом українською та англійською мовами. В ній були відображені усі отримані знання про ґрунт, виокремлені ґрунтові зони, провінції та райони [34]. Професор Г. Г. Махів є автором таких робіт, як «Ґрунти України» (1930).

Аналізуючи карту Г. Г. Махова, професор. О. Філіповський відзначив: «Робота професора Махова внесе надзвичайно суттєву основу для вивчення і порівняння продуктивних сил України. Цінність її в тому, що цілий ряд різноманітних досліджень, які до цих пір проводились у різних місцях, висвітлені єдиною класифікацією. Навіть, якщо припустити, що професор Махів помиляється в методах класифікації, але більше значення має єдність підходу, і з цієї точки зору, складена ним карта представляється незвичайно цінною» [52].

Особливої уваги серед українських учених заслуговують роботи О. Н. Соколовського. Вчений об'єднав колектив українських ґрунтознавців (Н. Б. Вернандер (Полісся), Г. С. Гринь (Лісостеп), М. К. Крупський та Є. М. Лавренко (Донбас і південний степ), С. С. Соколов (північний степ) та картографа-ґрунтознавця І. П. Хітушко) під його редакцією в 1935 році була створена ґрунтова карта колишньої УРСР [60].

Для складання карти використалася інформація ґрунтових і геологічних досліджень 1934 року. У ході роботи було опрацьовано понад 10 загальних карт і 60 ґрунтових карт окремих районів, округів, губерній. При складанні цієї карти вперше були виділені річкові тераси, які відрізняються особливим комплексом ґрунтів, відзначені важливі ґрунтоутворювальні породи, характер і інтенсивність засолення, комплексність ґрунтового покриву, характер луків і боліт). Карта була високо оцінена найавторитетнішими науковими організаціями [60].

Подальший розвиток у картографуванні ґрунтів пов'язаний з передачею землі селянам в колективну власність. Виникла потреба у землевпорядкувальних картах району, які склалися з виділенням насамперед орних земель. Укладали такі карти на топографічній основі у масштабі 1:100 000 і оформляли у п'яти кольорах (межі – червоним) [52].

Із запровадженням колективної власності починають створюватися колгоспи і поряд з цим збільшується кількість машинно-тракторних станцій (далі МТС). Одним із важливих розділів робіт ВУНДІАХ (далі Всеукраїнський науково-дослідний інститут агроґрунтознавства та хімізації сільського

господарства) було складання ґрунтового-агрохімічних карт 35-ти МТС і колгоспів зони бурякосіяння у УСРР. На основі узагальнення результатів ґрунтових досліджень у МТС і колгоспах, інститут розробив методику складання ґрунтових карт колгоспів. Масштаб, прийнятий в роботах 1934 року, був у 1:25 000, а там, де зустрічався простіший ґрунтовий покрив, — у масштабі 1:50 000. Картографічною основою для роботи в полі були господарчі плани колгоспів у масштабі 1:10 000, рідше 1:25 000 [8].

У 1936 — 1937 роках Український інститут соціалістичного землеробства (далі УНДІСОЗ) остаточно визначив методику складання ґрунтового-агрохімічних карт. У складанні даних карт брали участь співробітників МТС. Ґрунтові відміни на ґрунтового-агрохімічній карті МТС і колгоспів виділяли відповідно до прийнятої ВУНДІАХ номенклатури, для практичних потреб у господарських умовах окремі ґрунтові відміни об'єднувалися в агровиробничі групи ґрунтів [8].

На карті були подані наступні таблиці [8]:

1. Номенклатура (з морфологічними показниками та зазначенням умов залягання і площі ґрунтів по МТС).
2. Агрохімічна характеристика.
3. Ефективність добрив під основні культури.
4. Експлікація ґрунтів МТС по колгоспах.

У 1936 році роботи по складанню ґрунтового-агрохімічних карт МТС країни було передано Всесоюзному науково-дослідному інституту буряків.

1934 році ВУНДІАХ виникла ідея розробити ґрунтового-агрохімічні карти УРСР в масштабі 1:420 000. Першочерговим завданням стало скласти карти Харківської, Київської, Вінницької та Чернігівської областей. Над виконанням завдання працював великий колектив наукових співробітників інституту (ґрунтознавці, агрохіміки, агротехніки, геоботаніки, картографи, механізатори). Дослідження областей проводилися по 1935 рік, а у 1936 році УНДІСОЗ остаточно закінчив складання зведеної ґрунтового-агрохімічної карти Полісся та Лісостепу (цукрово-бурякової зони УРСР) у масштабі 1:400 000 під загальною

редакцією професора О. Т. Калачикова. Розроблена карта досить детально розкриває агрономічну характеристику ґрунтів чотирьох областей: Київської, Вінницької, Харківської та Чернігівської. Складаючи карту впродовж 1934–1936 років, було досліджено понад 24 млн. га [60]. Зведена ґрунтово-агрохімічної карта уточнила карти ґрунтів УРСР за редакцією Г. Г. Махова (1926) та О. Н. Соколовського (1934).

Таким чином, серед досягнень ґрунтознавців УРСР у 1936 — 1941 роках варто відзначити складання ґрунтово-агрохімічних карт і планів хімізації полів УРСР [60].

У повоєнні роки поряд з розвитком топографічного картографування території України швидкими темпами почало розвиватися тематичне та спеціальне картографування, зумовлене необхідністю відбудови зруйнованого господарства, поступовим розвитком усієї інфраструктури суспільства, що потребувало відповідного картографічного забезпечення. Не винятком стало і картографування ґрунтового покриву.

Роботи з картографування ґрунтів здійснювали фахівці Міністерства сільського господарства УРСР, яких очолював Б. З. Харченко, а після завершення експедиційних робіт при їх генералізації — відділ ґрунтових обстежень «Укрземпроекту» (С. О. Скорина, а потім – О. П. Канащ) [9].

На основі польових досліджень та опрацювання наявних матеріалів Український науково-дослідний інститут соціалістичного землеробства розробив «Карту ґрунтів УРСР» масштабу 1:750 000 (1949).

У 1949 – 1955 роках на територію України видано аркуші «Государственной карты почв СССР» масштабу 1:1 000 000.

Впродовж 1957 — 1961 років на території України проводяться суцільні великомасштабні обстеження ґрунтів під керівництвом академіка О. Н. Соколовського Дані дослідження мали унікальний характер і були досить прогресивними на той час у світі. Для кожного господарства були складені ґрунтові карти масштабу 1:10 000 і 1:25 000 та районні ґрунтові карти масштабу

1:50 000. До карт прикріплювалися додаткові матеріали, наприклад, опис властивостей ґрунту, рекомендації щодо підвищення родючості ґрунтів, організації їх раціонального використання тощо [25].

Були складені й передані господарствам картограми [32]:

- вмісту гумусу;
- кислотності й лужності;
- вмісту доступного рослинам калію;
- вмісту доступного рослинам фосфору.

Результатом досліджень 1957 — 1961 років також стали середньомасштабні (1 : 200 000), обласні та республіканську (1:75 000) ґрунтові карти України; дрібномасштабні карти ґрунтів України (1:500 000 та 1:2 500 000), авторами яких були Г. С. Гринь, Н. Б. Вернандер, Г. А. Андрущенко, В. Д. Кисіль, С. О. Скорина, М. К. Крупський (відповідальний редактор), карту ґрунтів України (1:6 000 000, Г. С. Гринь) [9].

На початок 1962 року великомасштабні ґрунтові дослідження вважались майже закінченими. В наступні роки продовжили уточнення та коригування матеріалів.

Як показав досвід, великомасштабні карти ґрунтів створені на основі обстежень 1957 — 1961 роках надзвичайно важливі для розуміння ґрунтового покриву, оскільки такі карти вперше показали об'єктивну інформацію про ґрунт.

Дані карти стали основою у подальшому для створення шляхом генералізації середньо- та дрібномасштабних карт ґрунтів України. Таким чином були створені карти адміністративних областей України масштабу 1:200 000.

Ю. С. Гладкий, В. М. Бобошко, при підтримці Української академії сільськогосподарських наук та Українського науково-дослідного інституту ґрунтознавства видали класичну наукову працю «Методика крупномасштабного дослідження ґрунтів колгоспів і радгоспів Української РСР». У роботі були викладені основні завдання крупномасштабних досліджень ґрунтів та масштаби карт, організація робіт, підготовка і проведення польових

досліджень. Була надрукована «Програма обстеження ґрунтів на 1957–1961 рр.», методичні засади, основні принципи ґрунтової систематики для крупномасштабного знімання, агровиробнича характеристика ґрунтів та запропонований номенклатурний список ґрунтів України [18].

Під керівництвом О. Н. Соколовського у 1972 році видається карта ґрунтів України у масштабі 1:750 000.

Протягом наступних років, підсумовуючи знання про ґрунт за період великомасштабного обстеження, були видані наступні роботи: «Атлас почв Украинской РСР» (1979, М. І. Полупан, М. К. Крупський), «Черноземы СССР (Украина)» (1981), «Полевой определитель почв» (1981), «Природа Украинской ССР. Почвы» (1986), «Почвы Украины и повышение их плодородия» (1988) та інші [32].

Вартим уваги видання Ґрунтова карта Української РСР (1988), розроблена Ґрунтовим інститутом ім. В.В. Докучаєва, головний редактор В. М. Фридланд. Порівнюючи з раніше відомими картами, вона була з більшим масштабом (1:2500000) і відповідно з більш детальною легендою. Такий масштаб карти забезпечує можливість переходу на відносно низький таксономічний рівень, докладного поділу щільних і пухких ґрунтоутворюючих порід. Ґрунтова карта Української РСР доповнена картами-врізками [10].

З 1969 по 1991 роки проводилось «коректування ґрунтових обстежень», що по суті було уточненням результатів першого обстеження зі складанням більш детальних ґрунтових карт окремих господарств [46].

Зарубіжне картографування ґрунтів протягом ХХ століття також характеризується значним розвитком та створення численних ґрунтових карт як окремих країн і регіонів так і світу вцілому.

У 1930 році німецький вчений В. Хольштейн опублікував схематичну ґрунтову карту світу в масштабі 1:125 000 000, на якій було подано 14 типів ґрунтів [59].

Протягом 1960–1980 роках розроблено і видано ще декілька ґрунтових карт світу. Кольорові ґрунтові карти континентів в масштабі 1:80 000 000 були розроблені німецькими науковцями Р. Ганссеном та Ф. Хадрічем [59].

У 1964 році відомий грецький ґрунтознавець Д. Пападакіс видав книгу «Ґрунти світу», яка містила карти майже для всіх країн світу. Карти були видані в масштабі близько 1:10 000 000, а розроблена легенда базувалася на діагностиці горизонтів ґрунту. Вчений визначив шість великих ґрунтових регіонів: підзолистий (P), коричневих ґрунтів (C), чорноземний (Ch), каолінітних ґрунтів (K), пустельний (D) та гірський (M). Для кожного регіону визначені переважаючий ґрунотвірний процес та рослинність, а також здійснена оцінка сільськогосподарського потенціалу. Ця робота була опублікована як окрема карта, а не як збірка національних чи регіональних ґрунтових карт [59].

В 1960 році на 7-му Всесвітньому конгресі ґрунтознавців в Медісоні, США були представлені континентальні та регіональні карти для Південної Америки, Африки, Азії, східної частини Європи, а також окремі ґрунтові карти країн в масштабах від 1: 5 000 000 до 1:10 000 000.

Під час конгресу міжнародне товариство ґрунтознавців запропонувало здійснити узагальнення, гармонізацію та синтез здобутих знань про ґрунти світу, що накопичилися на той час [59]. Дотримуючись цієї рекомендації, в 1961 році відбулося засідання дорадчої колегії в штабі продовольчої та сільськогосподарської організації ФАО ООН в Римі. На цій зустрічі було започатковано процес створення міжнародної легенди, здійснено підбір топографічної бази для ґрунтової карти світу, а також досягнуто домовленостей про організацію польових досліджень із уточнення та корегування наявних картографічних матеріалів [59].

В рамках запропонованого проекту відбувся збір, аналіз та впорядкування понад 10000 карт, звітів та пояснювальних документів багатьох національних і приватних географічних установ. Карти відрізнялися за форматом, масштабом,

проекцією, термінологією та мовою. В 1966 році було розроблено і досягнуто загальної згоди щодо основних принципів побудови легенди ґрунтів.

В 1968 році під час 9-го Всесвітнього конгресу ґрунтознавців в Аделаїді (Австралія) представлений перший проект карти ФАО. Масштаб карти 1:5 000 000, вона складалась з понад 5000 ґрунтових одиниць. Легенда ґрунтів складалась з 106 ґрунтових класів, що відображали загальні процеси ґрунтоутворення та включали структуру верхнього горизонту домінуючого ґрунту [59]. Такі міжнародні дослідження дозволили значно систематизувати та узагальнити накопичений фактичний матеріал у питаннях картографування ґрунтового покриву.

Згодом, в 1984 році, ґрунтові карти ФАО були відскановані та оцифровані у векторному форматі [59]. Відсканування паперових карт та створення нового на той час формату ґрунтової карти – електронна карта, започаткувало новий етап розвитку картографування ґрунтів.

У 2006 році в США була опублікована ґрунтова карта Soil Taxonomy в масштабі 1:7 500 000, яка містила 12 порядків таксономії ґрунтів. У тому ж році ця карта була представлена на 18-ому Всесвітньому конгресі ґрунтознавців. На цьому конгресі вперше визначено процедуру створення цифрової карти ґрунтів світ [59].

З початком XXI століття та епохою глобалізації картографування ґрунтів перейшло на якісно новий етап. Розпочався системний перехід від аналогових картографічних ґрунтових матеріалів до створення перших цифрових ґрунтових інформаційних систем.

Наразі вимоги сучасності потребують актуальної систематизованої інформації про природні ресурси планети, адже вони безпосередньо впливають на продовольче забезпечення населення планети, визначають економічний та екологічний потенціал регіону. Стале та ефективне використання ґрунтових ресурсів можливе лише за умови створення систематизованої глобальної ґрунтової інформаційної системи.

Першим кроком на шляху систематизації накопиченої інформації є формування цифрової бази даних векторних ґрунтових картографічних матеріалів у вигляді карт з впорядкованими атрибутивними даними та метаданими.

Незважаючи на численні спроби узагальнити підходи до картографування ґрунтового покриву, на сьогодні існують суттєві відмінності між країнами у кількості та якості наявних картографічних матеріалів, а також відрізняються підходи до методи переносу цієї інформації у цифровий вигляд. У багатьох випадках сканують та оцифровують паперові ґрунтові карти, які були створені у 1960–1990-х роках, але в той самий час сучасні технології дозволяють створювати якісно новий продукт, в першу чергу з використанням даних дистанційного зондування та ГІС-інструментів [59].

Підсумовуючи вище вказане, можна зробити висновок, що історія картографування ґрунтів нерозривно пов'язана з уявленнями про ґрунт у різні часи, розвитком сільського господарства та суспільства загалом. Відповідно, методика створення карт постійно змінюються і вдосконалюються разом із розвитком суспільства.

Перші карти розроблялися на основі візуального аналізу. З 80-х років ХІХ століття по 30-і роки ХХ століття почали створювати порівняно більш точні карти на основі науково-природничих підходів із використанням географо-генетичного, порівняльно-географічного, геоморфологічного, агрохімічного методів та польових досліджень, досягнення суміжних галузей науки і техніки.

Протягом століть зусиллями багатьох науковців проведена величезна робота, метаю якої є повноцінна інформативна ґрунтова карти, яка несе у собі результати багаторічних досліджень та вагомий внесок у ґрунтознавчу та картографічну науку, розуміння і оцінку сучасного стану ґрунтів, проблем, пов'язаних з їхнім використанням і охороною.

1.2. Геоінформаційні технології в картографуванні ґрунтів.

За історичний період існування, картографія ґрунтів, як важливий розділ ґрунтознавства, який вивчає методи польового дослідження ґрунтів і способи складання ґрунтових карт, пройшла складний шлях свого становлення і розвитку. В останні десятиліття з виникненням необхідності комплексного вирішення окремих завдань ґрунтознавчої науки, ряду важливих глобальних та локальних екологічних проблем, викликаних інтенсивним розвитком продуктивних сил, сформувалися нові підходи в картографуванні.

З початком нового тисячоліття та епохою глобалізації, картографування ґрунтів перейшло на якісно новий етап, що характеризується використанням сучасних технологій, якими є геоінформаційні системи, багатоспектральним космічним скануванням, навігаційних приладів та безпілотних літальних апаратів [51].

Виклики нового етапу розвитку вимагають переосмислення традиційних та впровадження нових технологій, методик та підходів. Серед таких підходів важливе місце посідають геоінформаційні технології (далі ГІС-технології).

Традиційні методики ґрунтового картографування, які спирались переважно на результати польових обстежень, наразі не відповідають вимогам сьогодення, і давно стали вичерпали себе.

Активне використання геоінформаційних систем (далі ГІС) при обробленні даних про ґрунти почалося з кінця 80-х років минулого століття.

Незважаючи на те, що ГІС-технології розвиваються давно і вже накопичено значний досвід їхнього використання, спочатку їхнє застосування було можливе лише на основі могутніх і дорогих ЕОМ. Удосконалення обчислювальної техніки призвело до того, що широкі можливості ГІС-технологій сьогодні стають доступні користувачам звичайних персональних комп'ютерів [56].

На сьогоднішній час розроблені сотні різноманітних геоінформаційних пакетів, а на їхній базі створені десятки тисяч прикладних ГІС різної спрямованості, що дозволяють оперувати, перетворювати та візуалізувати різні типи даних. Серед них виділимо такі як ArcGIS, CMap Analytics, Maptitude, Intergraph, EasyTrace, Quantum GIS та DIVA-GIS, MapInfo тощо [44]. При виборі програмного забезпечення звертається увага на такі характеристики, як функціональність, якість, ціна, простота інтерфейсу, технічна підтримка виробника та ін .

ГІС виступають незамінним засобом дослідження задач, пов'язаних із просторово-розподіленою інформацією, включаючи введення і збереження вихідної інформації, ефективну обробку просторових даних, візуальний і геостатистичний аналіз, а також підготовку різного роду вихідних картографічних й інших документів.

Сучасні можливості ГІС є важливим кроком не лише для проведення картографування ґрунтів, а й для більш точних досліджень територій, поглибленого вивчення окремих, часто суперечливих питань.

ГІС–технології дозволяють не лише прискорювати процес створення та корегування карт, але, що найбільш важливо, а й створювати принципово нові продукти — цифрові ґрунтові карти. На основі створених карт можна здійснювати аналіз стану земель, вивчати динаміку, розробляти прогнози та інші дослідження.

Поняття «цифрова карта» («digital map») та «електронна карта» («electronic map») змінюються і розвиваються разом із розвитком технологій цифрового картографування і на сьогодні є основою сучасного картографування.

Цифрова карта — цифрова модель місцевості, створена шляхом цифрування картографічних джерел, фотограметричної обробки даних дистанційного зондування, цифрової реєстрації даних польових зйомок або іншим способом. Цифрова карта є основою для виготовлення звичайних

паперових та електронних карт, вона входить до складу картографічних баз даних [44].

Електронна карта — картографічне зображення, яке візуалізоване на дисплеї комп'ютера на основі даних цифрових карт чи баз даних ГІС з використанням програмних і технічних засобів у прийнятій для карт проекції і системі умовних знаків [44].

Переваги цифрових та електронних карт над звичайними паперовими картографічними матеріалами загально відомі. Перехід до цифрових і електронних карт дозволив автоматизувати процес ґрунтового картографування і вивести його на новий рівень [44].

Оскільки вже існуючі ґрунтові картографічні матеріали були створені за даними обстежень ґрунтів в середині минулого століття, вони давно стали застарілими і не відповідають сучасним запитам розвитку суспільства. До того ж за цей час з'явилася велика кількість нової інформації про ґрунти, тому протягом останніх десятиліть актуальним стало систематизувати і впорядкувати наявну інформацію. Ця потреба збіглася у часі з величезним стрибком у технологіях, що дозволяють змінити підходи в картографуванні в цілому. Використання ГІС-технології стало чи не найкращим способом вирішення завдань поставлених перед картографією ґрунтового покриву.

Численні нові проекти із створення сучасних ґрунтових карт світу були започатковані на початку 2000-них, зокрема у 2009 році офіційно стартував проект GlobalSoilMap [59]. Одним із завдань даного проекту було розробити нову цифрову карту ґрунтів світу, яка базуватиметься на використанні сучасних технологій картографування і методів прогнозування стану ґрунтів.

Проект повинен забезпечити збір та впорядкування даних про ґрунти, з подальшим використання їх широким колом користувачів, в першу чергу урядами країн, їх галузевими управліннями, освітніми та дослідними установами, аграрним сектором тощо. Використання інтернет технологій

забезпечить доступ до повноцінної інформації про ґрунти та земельні ресурси у доступному форматі [59].

Кінцевим результатом реалізації проекту має стати цифрова карта ґрунтів світу з вільним доступом в мережі Інтернет в зручних для користувача форматах (*.kml, *.shp та інші) з даними про номер, координати і глибину ґрунтового профілю, кислотність, вміст поживних речовин, гранулометричний склад, назву ґрунту й інше [64].

Сьогодні проект GlobalSoilMap продовжує функціонувати в партнерстві з Міжнародним ґрунтознавчим союзом і Міжурядовою технічною групою з питань ґрунтів ФАО, постійно доповнюючи та оновлюючи геоінформаційну базу даних про світові ґрунтові ресурси [64].

Цей проект можна вважати початком системного переходу від аналогових картографічних ґрунтових матеріалів до створення перших цифрових ґрунтових інформаційних систем.

Варта уваги геоінформаційна система цифрового картографування ґрунтів SoilGrids. Це система, яка використовує найсучасніші методи для відображення просторового розподілу властивостей ґрунту по всьому світу. Це набір растрових шарів даних, які постійно оновлюються продуктом роботи системи автоматичного картографування, що розроблена ISRIC. Карти мають роздільну здатність 1 км на 250 м. Наразі доступні карти моделювання ґрунтових властивостей (щільність ґрунту, вміст, мулу, глини, піску, вмісту запасів органічного вуглецю, рН), класифікації ґрунтів WRB, класифікації ґрунтів USDA та характеристики місцевості [35].

Усі карти доступні в інтерактивному режимі на сайті <https://soilgrids.org/> [65].

Перехід до цифрових методів і електронних карт дозволив автоматизувати процес ґрунтового картографування, а розвиток ґрунтових інформаційних систем дозволив створити регіональні цифрові моделі ґрунтів. Ґрунтові інформаційні системи ще називають мережевими, оскільки вони пов'язані з

використанням зв'язків реляційних баз даних, ГІС-методів і можливостей глобальної мережі Інтернет. За цими принципами були розроблені міжнародна SOTER, європейська EUROPEAN SOIL DATABASE, австралійська ASRIS, канадська CANSIS цифрові моделі ґрунтів. У поєднанні із кліматичними та геоморфологічними моделями вони дозволяють ґрунтознавцям здійснювати моделювання окремих ґрунтових процесів, знаходити оптимальні та оперативні рішення щодо трансформації систем землекористування, контролювати і передбачати результати впливу людини на навколишнє середовище [59].

Станом на сьогодні існує понад два десятки великих ґрунтових-інформаційних систем різного масштабу.

Наведемо, приклади міжнародних ґрунтових-інформаційних систем [35]:

- Всесвітня ґрунтово-інформаційний сервіс (WoSIS ISRIC);
- Ґрунтовий портал ФАО (FAO);
- Європейський центр ґрунтових даних (ESDAC JRC);
- Глобальна ґрунтово-інформаційна система QGIS, проект ФАО/ГГП);
- Міжнародна мережа ґрунтово-інформаційних установ (INSII, ФАО/ГГП).

Варті уваги і національні ґрунтово інформаційні системи різних країн [35]:

- Інформаційна система ґрунтових ресурсів Австралії (ASRIS);
- Національна ґрунтово інформаційна система США (NASIS);
- Канадська ґрунтово-інформаційна служба (CANSIS);
- Ґрунтова інформація що до Шотландських ґрунтів (SFSS);
- Ґрунтово інформаційна система Ірландії (IrSis).

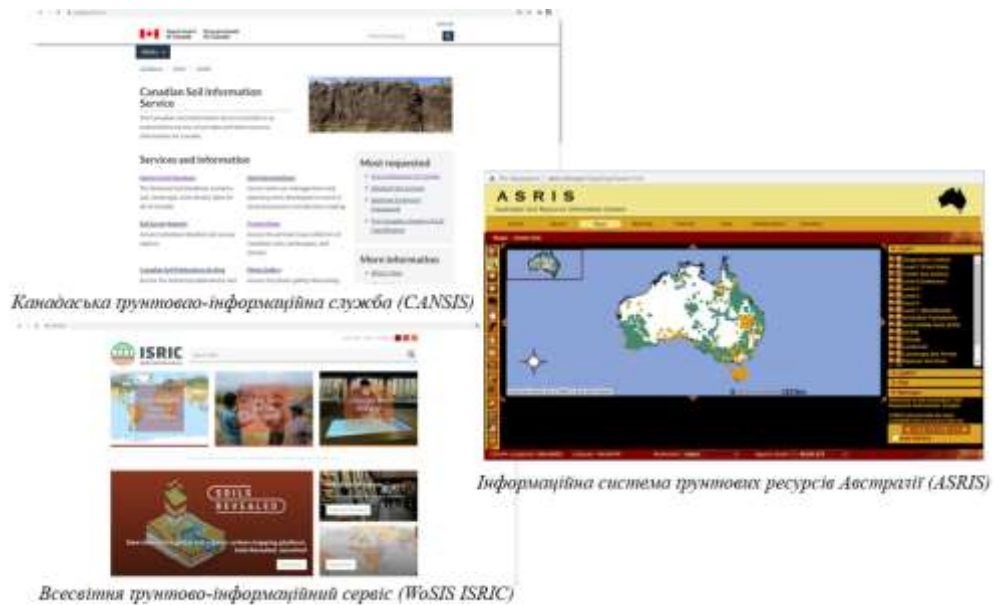


Рис.2.1. Приклади національних ґрунтово-інформаційних системи [62, 63, 66].

В Україні роботи з розроблення ГІС для дослідження стану ґрунтів активно ведуться, проте вони нагадують швидше наукові проекти без практичної реалізації, аніж загальноприйнятні методики сучасних досліджень у ґрунтознавстві.

В Україні питанням застосування та впровадження ГІС-технологій для дослідження ґрунтів присвячено праці Т. С. Ямелинця, Д. Ш. Садової, С.Р. Трускавецького, Т. Ю. Биндича, К. Я. Вяткіна, О. І. Шерстюка, Л. П. Коляди та інших фахівців у галузі ґрунтознавства та геоінформаційних технологій [58, 42, 51].

У 2017 році співробітниками Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського» за сприяння Глобального ґрунтового партнерства (ГГП) відповідно до вимог Угоди між організацією з продовольства і сільського господарства ФАО підготували— національні цифрові карти запасів органічного вуглецю в ґрунтах України як складову Глобальної карти ґрунтового органічного вуглецю та карти засолених і солонцюватих ґрунтів та реакції ґрунтового середовища (pH) [36].

Національна карта ґрунтового органічного вуглецю була розроблена відповідно до загальних принципів ГПП з використанням технологій цифрового картографування та моделювання ґрунтів.

Карта містить інформацію про вміст вуглецю (%) в шарі 0 – 30 см, щільність (г/см^3) та вміст вуглецю в ґрунтах (т/га) з просторовою роздільною здатністю 1 км. Інформація була отримана в період з 2000 до 2015 року [5].

В найближчу перспективу планується підготовка картографічних матеріалів — Глобальної карти потенціалу секвестрації органічного вуглецю в чорноземних ґрунтах, карти еродованих земель, карти поширення чорноземних ґрунтів та інших. А також підготовка відповідних національних розділів до 2-ї версії Світових ґрунтових ресурсів (2025 р.), Атласу ґрунтів Європи, сталого управління ґрунтовими ресурсами (2020 — 2021 рр.) [36].

Безумовно застосування ГІС–технологій у ґрунтознавстві дозволяє значно збільшити оперативність і якість роботи з інформацією порівняно з традиційними методами. Для збереження інформації про стан ґрунтового покриву використання паперових носіїв є не дуже зручне та «морально застаріле». В польових умовах важливою є оперативність та зручність внесення будь-яких даних для їхньої подальшої обробки. Цифровий формат дає можливість уникнути громіздких таблиць даних, занесених у польовий журнал та передбачає більш зручну обробку інформації в різних програмних засобах. У результаті формується електронна база даних, де зберігається інформація про ґрунтовий покрив (поширення, морфологія, властивості, стан ґрунтів, їх господарського призначення тощо), що оперативно оновлюється та зручна для використання [29].

Перевагою ГІС–технології є те, що вони дозволяють використовувати для введення і відновлення інформації в бази даних сучасні електронні прилади геодезії і системи глобального позиціонування (GPS), а відтак — постійно мати найточнішу і найновішу інформацію.

Завдяки ГІС–технологіям в сучасному ґрунтовому картографуванні є можливість побудови супровідних до ґрунтової карти електронних картограм різноманітних ґрунтових показників. Наприклад, картограми вмісту гумусу, окремі фракції гранулометричного складу, потужність гумусу, кислотність ґрунтів тощо. Крім того, за необхідності, можливо створювати картосхеми, що містять інформацію про територіальну поширеність елементів та сполук у ґрунтах водночас за кількома параметрами. Ці картограми можуть використовуватись як самостійні, і як додаткові до основної базової карти ґрунтів, тим самим підвищуючи її коректність та інформативність [58].

Чим точніше складено ґрунтову карту, тим легше під час повторних зйомок фіксувати зміни, що відбуваються з ґрунтами.

Варто відзначити, що використання ГІС неможливе без залучення даних дистанційного зондування (ДЗЗ). З інтенсивним розвитком космосу та космічних технологій, ДЗЗ стали доступні широкому колу користувачів і активно застосовуються в наукових й виробничих цілях.

Отже, у ґрунтознавстві ГІС–технології використовують передусім як постійно оновлюваний банк даних, на основі якого можлива якісна й високоточна інтерпретація просторово-розподілених даних, отриманих у польових і лабораторних умовах, побудова різноманітних прогнозів і розробка рекомендацій у вигляді карт і картограм різного призначення.

Процес використання технологій ГІС та ДЗЗ у картографуванні ґрунтового покриву з кожним роком набуває все більших масштабів. Незважаючи на це, проблема створення ґрунтових карт лише з використанням ДЗЗ все ще є остаточно невирішеною. На сьогоднішній день все більше постає питання оновлення методології та методичної та методичної бази ґрунтового картографування. Використання матеріалів ДЗЗ та ГІС–технологій зробило процес картографування ґрунтів більш об'єктивним та технологічним, порівняно з традиційними методами картографування ґрунтів, де точність меж цілком залежить від досвіду ґрунтознавця [42].

Підсумовуючи вище сказане, можна зробити висновок, що ГІС–технології служать незамінним інструментом при складанні карт ґрунтів, при сполученні їх із просторовим розміщенням чинників середовища, накладанні різних карт, вилученні з карти окремих властивостей ґрунтів і створення на цій основі спеціалізованих карт [20]. З їх допомогою візуалізація самих карт може бути легко доповнена звітними документами, тривимірними зображеннями, графіками і таблицями, фотографіями та іншими засобами, наприклад, мультимедійними.

Беззаперечним залишається той факт, що на сучасному етапі розвитку суспільства, картографії та ґрунтознавства ГІС–технології є незамінним засобом, який слід використовувати для картографування ґрунтового покриву.

ГІС є відносно молодим, сучасним технічним засобом об'єднання та аналізу різноманітної інформації. Завдяки широкому застосуванню ГІС у всіх сферах професійної та громадської діяльності зростає роль географічної інформації як багатогалузевого та загальносуспільного предмета споживання.

1.3. Теоретико-методична основа дослідження.

Вагомі результати у будь-якій науці, в тому числі і в картографії, можна отримати лише на основі використання досконалої методології. Дослідник повинен володіти певним обсягом знань у галузі наукових досліджень. Це передбачає засвоєння методологічних засад наукової праці, уміння збирати і опрацьовувати інформацію, розробляти програми наукових досліджень та покроковий шлях до вирішення поставлених завдань, аналізувати одержані результати та оформляти їх у вигляді наукового звіту, чи іншого матеріалу.

Питання методології досить складне. Термін "методологія" в буквальному розумінні означає вчення про методи пізнання. Методологія – це схема, план розв'язку поставленого науково-дослідного завдання [38].

Наукове дослідження лише тоді матиме повне наукове і (або) практичне значення, коли воно ґрунтуватиметься на чіткій методології. Будь-яке дослідження базується на ряді методів, принципів, підходів, які тісно між собою пов'язані.

При написанні кваліфікаційної роботи застосовувався комплекс загальнонаукових та спеціальних методів, зокрема були використані наступні методи: картографічний, порівняльно-географічний, проблемно-хронологічний, історико-системний (історико-науковий), історико-географічний, системний, аналізу і синтезу, систематизація, логічного узагальнення, математичний, статистичний, аналітичний та інші.

Найважливішим методом при нашому дослідженні, який використовувався для наочного відображення даних про ґрунти став картографічний метод.

В період підготовки дослідження, вивчення та аналізу паперових карт, які були в наявності, картографічний метод дозволив порівняно швидко створити перше уявлення про основні особливості явища, що вивчається, а також поставити основні завдання для створення серії ґрунтових карт.

Картографічний метод має всі властивості наукового методу. Він має чітко окреслене коло завдань, пов'язаних з аналізом картографічного зображення, та визначених технічних прийомів. Сучасне коло таких технічних прийомів зводиться до широкого застосування ГІС-технології та інтерактивного картографування.

При написанні кваліфікаційної роботи картографічний метод використовувався при роботі в програмному продукті ArcGIS 10.2.2. та описі створеної серії карт. Детальніше про роботу з програмним продуктом ArcGIS 10.2.2. описано в розділі III.

Одним із найважливіших методів досліджень у вивченні ґрунтів є порівняльно-географічний.

В основу порівняльно-географічного методу покладено вчення В. В. Докучаєва про чинники ґрунтоутворення. Суть його полягає у тому, що ґрунт вивчається у нерозривному зв'язку з усіма природними умовами, що призвели до його утворення (клімат, рельєф, геологічна будова, ґрунтові води, рослинний та тваринний світ) та особливостей просторового розподілу.

На сучасному етапі набір методів порівняльно-географічного вивчення ґрунтів і ґрунтового покриву досить широкий, тому сьогодні можна говорити про порівняльно-географічний підхід, як цілісний методологічний напрям у ґрунтознавстві. Порівняльно-географічний підхід входить до системи наскрізних методів, тому що використовується практично на всіх етапах вивчення ґрунтового покриву, то особливо важливий цей підхід при картографуванні ґрунтів.

Вивчення історичного аспекту картографування ґрунтів неможливо без застосування методів науково-історичного дослідження, що включають: проблемно-хронологічний, історико-системний (історико-науковий) та історико-географічний методи. Дані методи дали змогу проаналізувати праці дослідників у цій галузі та сформуванню уявлення про стан картографування ґрунтів на різних етапах розвитку цієї науки.

Системний метод використовувався при вивченні ґрунтового покриву, як сукупності елементів, що постійно взаємодіють між собою і утворюють єдине ціле.

Ґрунт характеризується сукупністю кількісних і якісних характеристик, які відображають його склад, властивості і процеси, що відбуваються у ньому. Для зведення й аналізу статистичних даних, їх групування, узагальнення та математичної обробки застосовувався математичний, статистичний та аналітичний методи.

Завдяки методу аналізу і синтезу ми змогли ґрунтовно вивчити й осмислити зібрані джерела та літературу. Також був використаний метод

систематизації, який полегшив процеси упорядкування, узагальнення зібраної інформації у ході дослідження.

Окрім вище згаданих методів варто згадати і порівняльний метод. За допомогою цього методу ми змогли встановити подібності і відмінності між науковими поглядами окремих вчених, співставити створені ними карти та методи їх створення і на основі цього зробити власні висновки, використовуючи також метод узагальнення.

Важливим складником методології є принципи. Це ті важливі вимоги, яких потрібно дотримуватись в процесі наукового дослідження, завдяки яким досягається певна спрямованість руху до результату та істини [33].

До основних теоретичних принципів історії розвитку наукової думки про картографування ґрунтів належить [33]:

- Принцип історичної нерівномірності: наукові погляди на процеси, щодо картографування ґрунтів в часі розвиваються нерівномірно — їх розвиток визначається не лише логікою руху наукових ідей, але, насамперед, життям, його вимогами й умовами.
- Принцип взаємозв'язку в історичному «ланцюзі» наукових: кожна наступна ланка «ланцюга» використовує досягнення попередньої і збагачується новими ідеями під впливом наукової думки конкретного історико-наукового періоду.
- Історичний принцип картографічної відповідності: карта ґрунтів повинна відповідати їх реальному стану і зафіксованому рівню науки в конкретний історичний період картографування.
- Історичний принцип динамічності розвитку ґрунтових карт: карти змінюються в залежності від наших уявлень про ґрунти, рівня досліджень і рівня техніки, яка використовується при цьому, змін в самому ґрунті, потреб суспільства.
- Історичний принцип кореляції наукової думки в картографії ґрунтів.

В основу вивчення історії картографування ґрунтів покладено діалектичний підхід, який включає також і основні принципи наукового пізнання: єдності логічного та історичного, об'єктивності, руху і розвитку, системності тощо [37].

Принцип єдності логічного та історичного має важливе значення для написання даного дослідження, оскільки вивчення науково-практичного досвіду, визначення етапів становлення і розвитку картографування ґрунтів значно збагачує наукове дослідження та підвищує рівень достовірності наукових пошуків. Логічний аспект даного принципу сприяв чіткому структуруванню роботи та її окремих складових [37].

Застосування принципу об'єктивності передбачає різностороннє врахування чинників, які породжують те чи інше явище, враховують дослідницькі заходи та підходи, що дають змогу отримати істинне знання про об'єкт. Принцип зобов'язує оперувати фактами у їхньому правдивому вигляді, без перекручувань й опиратися на конкретні історичні джерела, зібрані у сукупності та логічному взаємозв'язку [37].

Важливим є принцип руху і розвитку, який зобов'язує дослідника розглядати картографування ґрунтів як процес постійних змін та розвитку.

Окрім наведених вище загальнонаукових та спеціальних принципів виділимо принципи та наукові підходи, на яких базувалося створення серій карт ґрунтів Кременецького району Тернопільської області:

- принцип комплексності: забезпечує відображення ґрунтового покриву як цілісної системи;
- принцип системності: вивчення об'єкта картографування, впорядкування інформації, розробка тематики й змісту карт, проектування легенд, обґрунтування системи показників та підбір відповідних ним засобів картографічного зображення;

- принцип збалансованості серії карт: узгодженість карт, дотримання одного рівня генералізації у відборі суттєвого та його узагальнення відповідно до тематики й масштабу карти.

Підсумовуючи вище описане, слід зауважити, що методологія не може бути зведена до конкретно одного, навіть дуже важливого методу. Це складна, динамічна, цілісна система методів, підходів та принципів. Тому кінцевий результат будь-якого наукового дослідження залежить не тільки від того, хто проводить дослідження (суб'єкт) або на що воно спрямоване (об'єкт), але і від того, як відбувається даний процес, які способи, прийоми, засоби при цьому застосовуються.

Отже, лише комплексне застосування наукових підходів, принципів та методів пізнання, що відповідають темі й характеру дослідження забезпечить успішне висвітлення і повноцінне розкриття поставленого завдання при науковому дослідженні.

Комплексне застосування методів не тільки вберігає від однобічного підходу у дослідженні, підвищує надійність та достовірність результатів дослідження, але й взаємно доповнює різні методи, сприяє їх розвитку, удосконаленню та виникненню нових прийомів.

РОЗДІЛ II

ПРИРОДНІ УМОВИ ТА ФАКТОРИ ҐРУНТОУТВОРЕННЯ КРЕМЕНЕЦЬКОГО РАЙОНУ

Природні умови у своїй сукупній дії є тими визначальними факторами, що зумовлюють формування певних типів ґрунтів та їх використання. Ґрунт слід вивчати у нерозривному зв'язку з умовами, в яких він утворився для розуміння генези ґрунтів, закономірностей їхнього просторового поширення та картографування ґрунтового покриття.

До умов ґрунтоутворення належать зовнішні, стосовно ґрунту, компоненти природного середовища, під впливом і за участю яких формується ґрунтовий покрив [34].

В. В. Докучаєв у своєму визначенні ґрунту виділив такі фактори [13]:

- клімат;
- материнські породи;
- рослинні та тваринні організми;
- рельєф;
- ґрунтовий, а частково й геологічний вік країни

До цих факторів сьогодні необхідно додати ще й антропогенний фактор, що вносить суттєві корективи в структуру ґрунтового покриття.

Досліджуваний Кременецький (Лановецький) район у відповідності з удосконаленою схемою фізико-географічного районування України (О. М. Маринич, Г. О. Пархоменко, О. М. Петренко, 2003), знаходиться в межах Середньоподільської височинної області Західноукраїнського краю, зони широколистяних лісів [30].

В адміністративному плані територія фізико-географічного району займає північно-східну частину Тернопільської області.

2.1. Геологічна будова.

Територія Кременецького (Лановецького) району розташована в межах Волино-Подільської плити, а саме — Волино-Подільської монокліналі, що сформувалася в байкальсько-каледонську епоху. Монокліналь являє собою прогин кристалічного фундаменту південно-західної окраїни Східноєвропейської платформи [16]. У її геологічній будові беруть участь осадові породи верхнього протерозою, палеозою, мезозою і кайнозою, які залягають на докембрійському кристалічному фундаменті. Породи кристалічного фундаменту розміщені на глибині 1500-2000 м, і на досліджуваній території на поверхню не виходять [16].

На денну поверхню на незначних площах виходять породи палеогенового віку, що представлені пісками, мергелями, пісковиками та вапняками. Відслонення цих відкладів найчастіше зустрічаються у південній та східній частині району у верхів'ях р. Жирак та р. Буглівка і не мають значної потужності. Внаслідок розмиву ґрунтів на денну поверхню виходять також породи неогенового віку (лесовидні суглинки та тверді карбонатні породи) [43].

При дослідженні ґрунтів, важливим є вивчення четвертинних відкладів, як наймолодших і найближчих до поверхні геологічних утворень, які є ґрунотвірними породами. Четвертинні відклади представлені лесами та лесовидними суглинками, делювіальними та алювіально-делювіальними відкладами (піски, супіски, суглинки, гравій). Перші займають найбільші площі на досліджуваному районі. Алювіальні відклади поширені у заплавах річок. Четвертинні відклади в межах досліджуваного фізико-географічного району утворюють майже суцільний покрив потужністю до 15 м. Відсутні вони лише на крутих схилах.

На лесох і лесоподібних суглинках сформувалися чорноземи типові, чорноземи опідзолені та сірі лісові ґрунти, на алювіальних відкладах утворилися лучно-чорноземні, лучні, торфово-болотні ґрунти та торфовища низинні. За

гранулометричним складом лесовидні суглинки є легко- та середньосуглинковими [49]. Оскільки більшість ґрунтів району сформована на лесах і лесоподібних суглинках, це робить їх піддатливими до ерозійних процесів.

2.2. Рельєф.

У геоморфологічному плані досліджувана територія знаходиться в межах Волино-Подільської височини, займаючи північно-західну частину Подільської височини. За геоморфологічним районуванням (В. П. Палієнко, Н. Е. Барщевський, С. Ю. Бортник, 2004) — це Хмельницька структурно-денудаційна плоска та увалиста, середньорозчленована височина з карстовою морфоскульптурою Подільської структурно-денудаційної височини [39]. Більшу частину Кременецького (Лановецького) району займає найбільш піднята частина Подільської структурно-денудаційної височини — Авратинська височина. Це вододіл, який поділяє басейни рік Горині, Південного Бугу та Збруча. [40]. Авратинська височина представляє собою вододільну структурно-денудаційну височину, має горбисто-хвилясту поверхню, покриту еолово-делювіальними утвореннями, має нахил на північ і північний схід [40]. Абсолютні позначки досягають 340-350 м. Максимальна висота 362 м. розташована поблизу с. Шили. Долини річок широкі, заболочені, з виположеними схилами, що є однією з причин поширення тут торфовищ та торфово-болотних ґрунтів.

На характер сучасного рельєфу впливали особливості нагромадження відкладів у крейдовий і пізніші періоди, а головним чином — ерозійні процеси в четвертинний час.

У цілому досліджувана територія порізана густою сіткою балок, які відкриваються у долини рік. Балки розгалужуються на ряд відрогів, внаслідок чого утворюється горбистий рельєф, що в свою чергу підсилює процеси змитості.

Напрямок схилів і їх нахил різні. Схили південної та південно-західної експозиції мають випукло-вигнуту форму, схили північної та північно-східної — більш пологі. Крутизна схилів коливається від 1° до 15° [40].

Отже, особливості рельєфу даної території сприяють розвитку ерозійних процесів, як наслідок значні площі ґрунтів є різного ступеня змитості. Ґрунти на схилах змиваються, змитий матеріал акумулюється у пониженнях рельєфу і в підніжжі схилів, де формуються намиті ґрунти.

Причинами розвитку ерозійних процесів є не тільки горбисто-хвилястий рельєф, а й наявність піддатливих ґрунтоутвірних порід (лесовидних суглинків) та достатня кількість опадів.

2.3. Клімат.

У відповідності до кліматичного районування України (М. І. Щербань, 1990), територія Кременецького (Лановецького) району знаходиться в атлантико-континентальній області помірних широт [57].

Досліджувана територія розташована в межах мікрокліматичного району «Холодне Поділля», який характеризується м'яким достатньо зволеним помірно-континентальним кліматом та нижчими середньомісячними температурами повітря у порівнянні з південними частинами Тернопільської області («Тепле Поділля») [54].

Сумарна сонячна радіація становить близько 3600-3800 МДж/м² [11]. Радіаційний баланс є додатнім і становить близько 40 ккал/см² [22]. Одними з основних характеристик термічного режиму є середня місячна температура повітря. Найхолоднішим місяцем є січень із середньою температурою повітря — 5,3...-5,4 °С, а найтеплішим — липень, відповідно +18...+18,4 °С [11, 15]. На території району випадає достатня кількість опадів (600-650 мм на рік) [15]. Це сприяє формуванню періодично-промивного водного режиму ґрунтів. У літній

період року близько 60 % опадів випадає у вигляді злив, як наслідок, ґрунти на великих площах піддаються ерозії [11].

Вітри в основному західного напрямку, з поривами до 30 м/с [22].

З переходом середньодобових температур повітря весною вище 0 °С починається теплий період, що триває до третьої декади листопада. Тривалість теплового періоду становить близько 250 днів. Середня тривалість вегетаційного періоду 200-220 днів. Сума активних температур повітря становить близько 2400-2600 °С [22].

Глибина промерзання ґрунту в середньому не перевищує 50 см, проте в окремі зими досягає 90 см і більше. Поява першого снігу припадає на середину листопада, а формування стійкого снігового покриву — середину грудня. Середня висота снігового покриву — близько 15-20 см. Сніговий покрив зникає в кінці першої — на початку другої декади березня. Середня тривалість безморозного періоду на поверхні ґрунту становить близько 130-150 днів [15].

Зими характеризуються нестійкою погодою. Часто морози змінюються відлигами. Нерідко під час відлиг температура повітря зростає до + 10...+13 °С. У цей період можливе випадання дощів, при цьому поверхневий шар ґрунту відтаює і перезволожується, що також підсилює ерозійні процеси.

2.4. Ґрунтові води.

Велику роль в процесі ґрунтоутворення відіграють ґрунтові води і характер поверхневого стоку, які розподіляються в залежності від умов рельєфу. Ґрунтові води мають найбільше значення з погляду морфогенези ґрунтів: розвиток процесів оглеєння, заболочення [34].

На території досліджуваного району, ґрунтові води залягають на різній глибині. На вододільних плато та схилах вони залягають глибоко і не мають безпосередньо впливу на процес ґрунтоутворення. Ґрунтові води в районах розвитку балок залягають не глибоко, до 2 м. У заплавах річок ґрунтові води

залягають на глибині 0,5-1,5 м, тому тут сформувалися торфовища та лучно-болотні ґрунти. У зв'язку з надмірним перезволоженням дані ґрунти на значних площах підлягають осушенню [40].

2.5. Рослинність.

Рослинність має провідне значення в процесі ґрунтоутворення, їй і мікроорганізмам ґрунту належить основна роль в утворенні органічної частини ґрунту, яка закріплена у вигляді гумусу.

За геоботанічним районуванням (Ю. Р. Шеляг-Сосонко, 1989) досліджуваний район займає дві геоботанічні області: Європейську широколистяну лісову. Охоплює Опільсько-Кременецький та Покутсько-Медобірський округи букових, грабово-дубових і дубових лісів, справжніх та остепнених луків та лучних степів Центральноєвропейської провінції широколистяних лісів та Північноподільський округ грабово-дубових, дубових лісів справжніх та остепнених луків та лучних степів Східноєвропейської лісостепової провінції дубових лісів, остепнених луків та лучних степів [55].

У доагрокультурний період територію Кременецького (Лановецького) району займали ліси та лучні високотравні степи. Так, за даними А. Т. Артюшенко [4], у четвертинному періоді переважали широколистяні ліси (сосна, дуб, граб, липа, клен, ясен), склад яких в окремі періоди змінювався на більш вологолюбні породи (граб, бук, ялиця), які в напрямку на схід переходили в лучні степи. Під лісовою рослинністю сформувалися сірі лісові ґрунти та чорноземи опідзолені, під трав'янистою рослинністю — чорноземи типові. На сьогоднішній день природна рослинність зберіглася фрагментарно, а лісова — практично відсутня. Окремі лісові масиви розташовані на північному-сході та південному сході району.

Природну рослинність замінили агрофітоценози. Сільськогосподарські поля району покриті трав'янистою культурною рослинністю. Найбільш

поширеними бур'янами, що зустрічаються серед культурної рослинності, є осот, лобода біла, гірчак, мишій сизий, ромашка польова, хвощ польовий, вівсюг, мати-мачуха й інші [16].

Природна трав'яниста рослинність зберіглася на природних пасовищах та сіножатях.

Екологічний стан агроландшафтів району оцінюється як кризовий, оскільки порушене співвідношення еколого-стабілізуючих угідь (ліси, природні кормові угіддя, водойми і т.д.) до екологічно небезпечних (першу чергу, ріллі) [23]. Розораність території становить близько 79% [16]. Проте, екологічний стан та стійкість до деградації будь-яких ґрунтів залежить не тільки від рівня сільськогосподарської освоєності та розораності ґрунтів, а й від інтенсивності використання всіх видів угідь та ступеня антропогенної трансформації природних елементів ландшафту.

2.6. Ґрунтовий покрив.

Територія Кременецького (Лановецького) району згідно з агроґрунтовим районуванням входить до Скалатсько-Чорнострівського агроґрунтового району з однорідним ґрунтовим покривом та фоновими чорноземами типовими Західного Лісостепу [2].

Сукупна дія усіх природних факторів зумовила формування ґрунтового покриву представленого чорноземами типовими, опідзоленими, сірими лісовими ґрунтами різного ступеня змитості, лучно-чорноземними, лучними, лучно-болотними, торфово-болотними ґрунтами та торфовищами низинними, розмитими ґрунтами і виходами корінних порід [49].

Чорноземи типові утворилися на лесах і лесовидних суглинках під добре розвиненою трав'янистою рослинністю вологих лучних степів та остеплених луків в межах денудаційних горбисто-хвилястих височин. В межах району даний тип ґрунтів є найбільш поширеним і покриває близько 80 % площі дослідження.

Найбільші масиви даного ґрунту поширені в північній, центральній, східній та південно східній частинах району.

Чорноземи опідзолені сформувалися на лесових породах під зрідженими дібровами з добре розвинутим трав'янистим покриттям в межах лесових височин, глибоко розчленованих річковими долинами, балками та ярами [2]. Зосереджені вони в основному на південному-заході району.

Сірі лісові ґрунти сформувалися в умовах зріджених грабових і дубово-грабових лісів з менш розвинутою трав'янистою рослинністю в межах лесових розчленованих височин [2]. Незначні масиви даних ґрунтів зосереджені в центральній та південно-західній частині району.

Лучно-чорноземні ґрунти — гідроморфні ґрунти, що поширені невеликими масивами по всій території дослідження. Вони сформовані у заплавах річок та пониженнях рельєфу, як правило, на алювіальних, або лесових відкладах. Лучно-чорноземні ґрунти поєднують у собі ознаки чорноземів і лучних ґрунтів. Формуються вони у зниженнях, де ґрунтові води залягають на глибині 2-3 м [2].

Лучні ґрунти утворились в умовах надмірного зволоження підґрунтовими та річковими водами під лучною високопродуктивною рослинністю, тому добре гумусовані. Зустрічаються ці ґрунти. Утворюються такі ґрунти на сучасних алювіальних та делювіальних суглинках і супісках. Лучні ґрунти добре зволожені, адже формуються на місцевості із стійким та значним впливом ґрунтових вод, Лучні ґрунти – фонові в межах центральної заплави найбільшої річки району – Горині.

Лучно-болотні ґрунти сформувалися в днищах балок і заплавах рік в умовах надмірного зволоження за участю болотної рослинності. Вони подібні до лучних, але процеси оглеєння охоплюють всі шари ґрунту — аж до материнської породи (ґрунтові води залягають на глибині 40-50 см) [2]. Материнські породи — алювіальні та алювіально-делювіальні відклади. В межах досліджуваного району, лучно-болотні ґрунти займають притерасні частини заплав місцевих

річок та замкнуті міжвододільні глибокі зниження в основному в північній частині району.

Торфово-болотні залягають на окраїні торфових масивів, менше розвинуті в межах невеликих замкнутих понижень. Профіль їх нагадує болотні ґрунти, але на поверхні в них є горизонт справжнього торфу. Масиви даних ґрунтів фрагментарно поширені на території усього району, проте найбільший масив торфово-болотних ґрунтів поширений в північно-західній частині району.

Торфовища низинні поширені на заболочених заплавах річок Горині, Жирак, Буглівки, займаючи найбільш понижені елементи рельєфу. Вони сформувалися на алювіальних відкладах при надмірному зволоженні під трав'янисто-моховою болотною рослинністю. Їх утворення пов'язане з постійним перезволоженням і застоюванням у пониженнях ґрунтових і річкових вод. Це зумовило нагромадження слаборозкладних решток мохової, трав'янистої та чагарникової рослинності у вигляді органічних відкладів — торфу.

Отже, комплекс природних умов Кременецького (Лановецького) району зумовив формування ґрунтового покриву, в структурі якого домінують чорноземи типові. Дані фонові ґрунти, поєднуються чорноземами опідзоленими та з невеликими за площею сірими лісовими та лучно-чорноземними ґрунтами. Лучні, лучно-болотні, торфово-болотні ґрунти та торфовища низинні є азональними.

2.7. Антропогенна діяльність людини

Протягом останнього століття антропогенний вплив на природу в цілому і ґрунти зокрема, суттєво зріс. Він став масштабним і в більшості випадків негативним.

Антропогенний вплив на ґрунти проявляється, як опосередковано через вплив на фактори ґрунтоутворення, так і безпосередньо при використанні ґрунтового покриву, зміні його властивостей та якості.

Територія Кременецького (Лановецького) району не є ізольованою ділянкою в просторі, тому вплив глобальних наслідків антропогенної діяльності (глобальне потепління, забруднення твердими побутовими відходами) також має свій слід.

Найбільші зміни внаслідок антропогенної діяльності ґрунтовий покрив району зазнав в результаті сільськогосподарської діяльності, що призвела до значного поширення ерозійних процесів та масштабної меліорації в кінці минулого століття.

Ерозійні процеси досягли особливо великих масштабів, еродованість земель становить понад 60% [41]. Найбільшого поширення набула водна ерозія. Інтенсивність її розвитку у межах досліджуваного району оцінюється як дуже сильна і катастрофічна [41]. Розораність ґрунтів становить 80 %, що є вищим показником ніж середній по Україні.

Антропогенний чинник проявляється в нераціональному, інтенсивному веденні сільського господарства. Внаслідок розорювання схилів ґрунтів розвивається площинна ерозія. Атмосферні води, стікаючи по похилій поверхні схилу численними дрібними струмками, змивають поверхневий гумусовий шар ґрунту з пухких порід і відкладають змитий матеріал у підніжжі схилу. Внаслідок змивання зменшується потужність гумусових горизонтів, знижується вміст гумусу, поживних речовин, а отже, значно погіршується родючість ґрунту.

Разом з ерозійними процесами людська діяльність сприяє розвитку дегуміфікації ґрунтів. Швидке зниження вмісту гумусу, перш за все, пов'язані з інтенсивним веденням сільського господарства, яке підсилює ерозійні процеси, та «забирає» частину гумусу з ґрунту у вигляді урожаю.

Найшкідливішим для землекористування і довкілля є забруднення ґрунтів хімічними та біологічними компонентами, зокрема, радіонуклідами, важкими металами, пестицидами, збудниками інфекційних хвороб. Хоч забруднення ґрунтів лише опосередковано пов'язане з родючістю, проте воно є важливим показником екологічного стану конкретного ґрунту, якості продовольчої

сировини і безпечного проживання населення. В межах Кременецького (Лановецького) району забруднення ґрунтів не є критичним проте присутнє.

Найнебезпечнішим з екологічної точки зору видом забруднення є радіаційне. Особлива актуальність цього процесу обумовлена наслідками Чорнобильської катастрофи.

Територія Кременецького (Лановецького) району в плані радіоактивного забруднення визначається як умовно чиста. Радіаційна небезпека відповідно до Паспорту ризику виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру відсутня, об'єктів ядерно-паливного циклу на досліджуваній території немає [41].

Важкі метали, будучи одним із головних природних ресурсів світового господарства, утворюють групу небезпечних забруднювачів навколишнього середовища, спостереження за якими обов'язкове у всіх його компонентах. У багатьох випадках важкі метали містяться у ґрунтах у незначних кількостях і не є шкідливими, проте, концентрація їх у ґрунті може збільшуватись за рахунок антропогенної діяльності.

Основними джерелами важких металів в ґрунтах є вихлопні гази транспортних засобів, вивезення в поле мулу станцій очисних вод, зрошення ґрунтів стічними водами, відходи, залишки і викиди під час експлуатації промислових майданчиків, внесення фосфорних та органічних добрив, застосування пестицидів, тощо [41]. Аналізуючи, можливі джерела забруднення слід зазначити, що потужних промислових об'єктів на території району немає. Загроза місцевого забруднення притаманна лише ґрунтам прилеглим до об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку. До таких об'єктів належить ТзОВ "Лановецький завод гумотехнічних виробів". Дане підприємство працює не на повну потужність, тому забруднення ґрунтів не є суттєвим [41].

Перевищень ГДК шкідливих речовин в зонах впливу автотранспорту на автомагістралях в межах районах також не виявлено [41].

Загалом, можна говорити про те, що ґрунти Кременецького (Лановецького) району умовно чисті по відношенню до забруднення важкими металами, наявні лише локальні осередки незначного забруднення.

Забруднення ґрунтів і порушення нормального кругообігу речовин відбувається в результаті недозованого застосування пестицидів. Щорічне застосування пестицидів, часто по кілька разів в сезон, приводить до їх накопичення в ґрунті і його отруєння.

Ґрунти в межах Кременецького (Лановецького) району мають найвищий ступінь забрудненості залишками пестицидів. Це спричинено високою стійкістю високотоксичних пестицидів з групи хлорорганічних сполук в об'єктах природного середовища, що інтенсивно застосовувалися у 60-70-х роках. Слід зазначити, що аграрії і сьогодні не нехтують застосуванням пестицидів у сільському господарстві, чим загострюють і так не просту екологічну ситуацію.

На жаль, діяльність людини, особливо аграрний сектор далеко не завжди має екологічну спрямованість, інтереси виробників сільськогосподарської продукції частіше зорієнтовані на економічний ефект і одержання максимального прибутку, нехтуючи станом як навколишнього середовища, так і самого ґрунту. Хоча зараз, як ніколи, пріоритетним повинно бути саме екологічне ведення сільського господарства, насамперед, з метою збереження родючості ґрунтів.

РОЗДІЛ III

РОЗРОБКА СЕРІЇ ЕЛЕКТРОННИХ КАРТ ҐРУНТІВ КРЕМЕНЕЦЬКОГО (ЛАНОВЕЦЬКОГО) РАЙОНУ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Сучасні ГІС дозволяють працювати не тільки з різними картами та атрибутами об'єктів на них, але й з різними типами документів пов'язаних з цими об'єктами, здійснювати складні запити до баз даних та перетворювати отримані результати у тематичні картографічні матеріали. Саме тому, для створення серії електронних карт ґрунтів доцільно застосовувати ГІС-технології, що спрощують процес укладання, редагування та коректури карт.

Карти створені з використанням ГІС мають суттєві переваги, порівняно з картографічними матеріалами на паперових носіях. З електронним картами користувач може взаємодіяти, наприклад, вільно збільшувати фрагменти і змінювати масштаб, вибравши геооб'єкт на карті, можна отримати про нього додаткову інформацію, будувати просторові запити і виконувати аналіз. Карти легко тиражуються. Значною перевагою цих карт є їх стійкість, з часом вони не можуть деформуватися та зношуватися [29].

Важливою особливістю ГІС є те що, на основі розробленої електронної карти ґрунтів, можна створювати нові супровідні тематичні картографічні матеріали.

Потужною платформою для створення, редагування та оформлення карт про ґрунтовий покрив є ArcGIS for Desktop [61]. Тому для створення нашої серії карт було обране програмне забезпечення ArcGIS версії 10.2.2.

ArcGIS характеризується великою бібліотекою символів і позначень, наявністю готових шаблонів карт та багатофункціональністю картографічних інструментів, що важливо при виборі програмного забезпечення для створення будь-якої карти. Серед переваг ArcGIS на які також варто звернути увагу — це величезна кількість картографічних проекцій і географічних систем координат.

Таким чином програмне забезпечення дозволяє інтегрувати дані з різних джерел в єдину систему [61].

Базовий модуль пакетів ArcGIS Desktop має уніфікований інтерфейс, архітектуру та інтегрований набір компонентів. Кожний із компонентів базового модуля пакетів ArcGIS Desktop «відповідальний» за виконання певних функцій, наприклад, маніпулювання, обробка, аналіз, відображення даних [44].

Розглянемо детальніше використані у роботі компоненти базового модуля пакетів ArcGIS Desktop.

ArcCatalog забезпечує можливість знаходити, переглядати, документувати й організувати географічні дані, а також створювати власні бази даних для їх збереження [44].

Для перетворення даних і геообробки використовується ArcToolbox [44].

ArcMap дає можливість створювати електронні карти і маніпулювати ними. Виділимо основні можливості даного компонента [44]:

- на основі інтегрування даних можна створювати карти, які зберігаються в різних форматах;
- подавати просторові дані у вигляді карт із використанням широкого спектра картографічних можливостей;
- аналізувати просторові дані з метою знаходження об'єктів або встановлення зв'язків між ними;
- складати графіки і звіти, що відображують результати виконаних досліджень.

Можливості пакетів сімейства ArcGIS Desktop можуть бути значно збільшені за рахунок підключення додаткових модулів (розширень).

3.1 Створення серії електронних карт ґрунтів Кременецького району Тернопільської області.

Складання серії електронних карт ґрунтів Кременецького району Тернопільської області передбачає визначення їх змісту, призначення та вимог основних користувачів. Також важливим є вибір умовних знаків й способів картографічного зображення.

Вихідним матеріалами при створенні серії електронних карт ґрунтів була паперова карта ґрунтового покриття даної території 1961 року та доданий до неї технічний звіт по обстеженню ґрунтового покриття [49].

Одним з основних видів перетворення зображень з паперових носіїв у різні формати електронних зображень є сканування. У такий спосіб нами було отримано растрове зображення паперової карти досліджуваного району.

Основний метод отримання векторних даних з растрового зображення це так звана векторизація (цифрування), тобто трансформування растрових даних в векторні.

На сьогоднішній день цифрування карт з паперових носіїв є дуже актуальним, це пов'язано з тим, що фонди картматеріалів, що знаходяться в аналоговому (паперовому) вигляді, зараз все більше приходять в непридатність. Необхідність переводу інформації із паперових джерел в електронний вигляд обумовлена також можливістю систематизації інформації в електронних базах даних, як наслідок можливість відображення інформації кількісного та якісного характеру. За допомогою ГІС-технологій можна не тільки відобразити інформацію, а і робити різноманітні операції з даними. Створення електронних карт ґрунтів забезпечує більш ширший доступ користувачів до потрібної інформації, наприклад через Інтернет-мережу.

Паперові картографічні матеріали, які були використані для цифрування є надійними з точки зору якості та не мають суттєвих механічних пошкоджень.

Під час процесу векторизації об'єкти, що представлені на растровому зображенні стають окремими векторними об'єктами. З метою цілісного збереження і управління інформацію організовано у базі геоданих.

Бази геоданих — найостанніша структура, що застосовується в програмному забезпеченні ESRI, сьогодні вона активно використовується та удосконалюється. База геоданих є сукупністю наборів класів просторових об'єктів (точки, лінії та полігони), таблиць, растрів і TIN-моделей. Усі просторові, атрибутивні, табличні й топологічні дані зберігаються в одній об'єктно-реляційній базі даних [26].

База геоданих має переваги порівняно з іншими просторовими форматами даних. Багато переваг включають координатні зв'язки між класами просторових об'єктів. Наприклад, класи просторових об'єктів, які є просторово залежними один від одного, можуть бути організовані в більші одиниці, що називаються наборами даних просторових об'єктів. Бази геоданих можуть бути персональні, або розраховані на багато користувачів [26].

Першим кроком для створення бази даних та серії електронних карт у програмному продукті ArcGis 10.2.2 стала просторова прив'язка растрових зображень. Просторова прив'язка складається з системи координат, області простору і точності координат. Інформація про просторову прив'язку зберігається в полі Shape.

Варто зауважити, що для ґрунтових карт України, як правило, використовують проекцію координат Гауса-Крюгера та систему координат Пулкова-1942.

При додаванні сканованих зображень, навіть після встановлення для них системи координат ці дані розташовуються в нуль-відліку, а не на «своєму місці», тому потрібно виконати просторову прив'язку растру.

Для просторової прив'язки растру у програмному продукті ArcGIS 10.2.2 було використано базову карту OpenStreetMap. Після додавання до неї растру (сканованого зображення) виконано *Налаштування* → *Панель інструментів* →

Просторова прив'язка. Для досягнення поставленої цілі знайдені відповідні точки на растрі і на базовій карті. Використовуючи інструмент *Добавити опорні точки* на панелі *Просторова прив'язка*, вказані опорні точки в різних частинах растру. Спочатку фіксувалася точка на растрі, пізніше на тому ж місцеположенні на базовій карті. Для зменшення похибки, точки були рівномірно розподілені по растровій карті.

Далі обрано метод трансформації та оновлення прив'язки. Для цього в меню на панелі *Просторова прив'язка* вибрано команду *Трансформація* → *Афінне перетворення* → *Обновити просторову прив'язку*.

У результаті цих дій ми отримали растр, який прив'язані до системи координат.

Розробка структури карти здійснювалася за допомогою базового модуля ArcCatalog. Наступним етапом після прив'язки карти було створення персональної бази геоданих (*Файл* → *Новий* → *Персональна база геоданих*), що містить у собі дані про просторове положення об'єктів та їх семантичні характеристики. Створеній персональній базі геоданих присвоюємо ім'я *Кременецький (Лановецький) район*.

Наступним кроком було створення набору класів об'єктів (ПКМ *Кременецький (Лановецький) район* → *Новий* → *Набір класів об'єкта*). У результаті роботи нами було створено набір класу об'єктів (*Грунтовий_покрив*).

Далі для кожного об'єкта на карті створювався свій клас просторових об'єктів (*Грунти, Населені_пункти, Ліс, Ріки та Ставки*).

Наведемо приклад, створення класу просторових об'єктів *Грунти*:

1. Натискаємо ПКМ на новоствореному наборі класів об'єкта *Грунтовий_покрив* у ArcCatalog та обираємо *Новий* → *Клас просторових об'єктів*.

2. У текстовому рядку *Назва* присвоюємо назву нового класу просторових об'єктів *Грунти*.

3. У діалоговому вікні обираємо тип *Полігональні просторові об'єкти*, *Значення M (M Values)* та *Значення Z (Z Values)* залишаємо невибраними та натискаємо *Далі*.

4. Вказуємо ім'я і тип поля. Натискаємо на третьому рядку стовпця *Ім'я поля*, одразу під атрибутом *SHAPE*. Вводимо назву атрибуту *Шифр_грунтової_відміни*. Цей атрибут буде використовуватися для визначення ґрунтової відміни та одночасно буде полем підтипу. Натискаємо клавішу табуляції або безпосередньо на клітинку праворуч від нового значення поля та обираємо *Short Integer* як тип даних для створеного атрибуту. Аналогічно створюється інші поля *Шифр_типу_ґрунту*, (тип даних *Short Integer*), *Назва_типу_ґрунту*, *Назва_ґрунтової_відміни*, *Ступінь_змитості*, *Ґрунотвірна_порода*, *Ґранолометричний_склад* (тип даних *Text*), *Потужність_гумусного_горизонту*, *Вміст_гумусу*, *Реакція_ґрунтового_розчину*, *Сума_увібраних_основ*, *Ґрунтова_екологічний_індекс* (тип даних *Double*) (рис. 3.1.1).



Рис. 3.1.1. Приклад додавання полів до класу просторових об'єктів *Ґрунти*.

Отже, при створенні класу просторових об'єктів додавалися поля (ім'я та тип даних) для зберігання атрибутивної інформації. У результаті отримано новий клас просторових об'єктів *Ґрунти* у персональній базі геоданих.

Порядок дій для створення інших об'єктів базувався по аналогічних принципах.

Однією з особливостей поля геоданих, є домен, який є списком або діапазоном допустимих значень для атрибуту.

У базах геоданих є два типи доменів [24]:

1. Інтервальний домен встановлює діапазон допустимих значень для безперервних змінних. При створенні цього домену вказуються мінімальне і максимальне коректне значення.

2. Домен кодованих значень встановлює перелік значень, які можуть бути введені для даного атрибута.

Наприклад, для запобігання помилкового введення користувачем неправильних значень створюється інтервальний домен з можливими значеннями від 0 до 100 включно.

Наступним кроком було створення підтипів та застосування доменів. Домени та підтипи використовуються для організації даних таким чином, щоб операції управління, відображення та редагування стали більш ефективними при підтримці цілісності атрибутів.

Підтипи — це підмножина просторових об'єктів у класі просторових об'єктів або об'єкти в таблиці, які мають однакові атрибути [27]. Вони використовуються для створення розширених можливостей бази геоданих, а також, як метод класифікації даних, поділ класів просторових об'єктів, або таблиць на логічні групи, що ґрунтуються на значеннях атрибутів. Підтипи дозволяють керувати значеннями атрибутів, у тому числі встановити значення за замовчуванням, яке буде автоматично застосовуватись при створенні однакових просторових об'єктів [24].

Підтипи можуть створюватись за допомогою контекстного меню в ArcCatalog або використання набору інструментів підтипів геообробки.

Наведемо приклад створених підтипів для класу полігональних об'єктів *Ґрунти*. У ArcCatalog ПКМ викликаємо меню *Властивості* для необхідного класу полігональних об'єктів, у нашому випадку *Ґрунти*. У діалоговому вікні обираємо вкладку *Підтипи*. Для поля підтипу обираємо атрибут *Шифр_грунтової_відміни*, далі додаємо власне підтипи (Код/Опис). У кожному підтипі для зручності і ефективності подальшої роботи встановлюємо для усіх полів значення за замовчуванням, відповідно до наших даних (Додаток Н). На рис. 2.1.2 показано створенні підтипи поля *Шифр_грунтової_відміни* та встановленні значення за замовченням інших полів класу просторових об'єктів *Ґрунти*.



Рис. 2.1.2. Приклад створення підтипів та встановлення значень за замовчуванням полів класу просторових об'єктів *Ґрунти*.

Первинною мотивацією для використання підтипів є продуктивність. Загалом, база геоданих з малою кількістю класів просторових об'єктів та

кількома підтипами матиме значно більшу продуктивність, ніж база геоданих з великою кількістю класів просторових об'єктів без підтипів.

Наступним кроком по створенню електронних карт була безпосередня векторизація (цифрування) по растровій основі. Всі об'єкти створеної електронної карти, за характером локалізації (принципом просторового опису), діляться на два типи: полігони (населенні пункти, ставки, межі поширення відповідних ґрунтових відмін) та лінійні (ріки).

Всі операції по цифруванні об'єктів карти виконувалися за допомогою панелі інструментів *Редактор (Налаштування → Панель інструментів → Редактор)*.

Кожний створений новий полігон класу просторових об'єктів *Ґрунти*, було створено зі значеннями полів *шифр ґрунтової відміни*, *шифром типу ґрунту*, *назвою ґрунтової відміни*, *назвою типу ґрунту*, *ступню змитості*, *ґрунотвірною породою*, *гранолометричним складом*, *потужністю гумусового горизонту*, *вмістом гумусу*, *реакцією ґрунтового розчину*, *сумою увібраних основ*, *ґрунтово-екологічним індексом за замовчуванням*.

При цифруванні застосовувався також інструмент *Трасування*. Це інструмент, що дозволяє створювати сегменти лінійних і полігональних просторових об'єктів на основі вже існуючих сегментів.

Створення просторових об'єктів — основа бази геоданих, проте, важливим є і можливість їх редагування. Просторові об'єкти можуть бути відредаговані декількома способами. Вони можуть бути видалені, переміщені, розділені, об'єднані, змінені, деформовані або буферизовані. Коли просторові об'єкти відредаговано, їхні атрибути мають бути модифіковані також. Атрибути *Довжина* і *Площа* модифікуються автоматично в ArcMap.

У результаті проведеної роботи була створена база геоданих та векторизована паперова карта ґрунтового покриття Кременецького (Лановецького району) Тернопільської області, отримане векторне

Після векторизації растра була виконана перевірка просторових даних на предмет коректності топології. Це важливий етап при векторизації карти.

Топологія є засобом контролю за просторовими відношеннями між об'єктами та класами просторових об'єктів. Тоді як домени скеровані на забезпечення цілісності атрибутивних даних. Правила топології допомагають удосконалити цілісність просторових даних. Топологія бази геоданих в ArcGIS дозволяє контролювати просторові об'єкти в процесі їх введення або редагування та гарантувати дотримання просторових правил [26].

Топологія будується для групи класів просторових об'єктів, які знаходяться в одному наборі класів об'єктів.

Загалом процес застосування топології баз геоданих полягає у встановленні правил, що визначають просторову поведінку класів просторових об'єктів, з подальшою перевіркою геометрії просторових об'єктів. В ArcGIS пропонується для вибору понад тридцять наперед визначених правил топології.

Одним із цих правил є кластерний допуск — відстань, в межах якої всі точки вважаються єдиною точкою. Кластерний допуск забезпечує об'єднання точок, які повинні співпадати, а насправді розташовані поруч [26]. Він використовується в процесі перевірки топології для усунення незначних топологічних проблем. Такі проблеми, як промахи, проміжки, висячі вузли та накладання площ полігонів, можуть бути усунені автоматично, якщо похибка є меншою, ніж встановлений кластерний допуск. Кластерний допуск повинен бути дуже малим, за замовчуванням він становить 0,001 метра, це означає, що лише надзвичайно близько розташовані одна до одної точки будуть переміщені.

Під час встановлення правил топології користувач також має визначити серію рангів для класів просторових об'єктів. Ранг класу просторового об'єкта визначає у відносній мірі, який саме клас просторових об'єктів має достовірніші просторові положення. Він вказує програмі ArcGIS, які просторові об'єкти можна переміщати, а які ні, коли два об'єкти розташовані в межах кластерного допуску відносно одне одного.

Наприклад, для набору класів просторових об'єктів *Кременецький (Лановецький) район* введено правила топології, яке говорить, що просторові об'єкти *Грунти* не повинні накладатися та не повинні мати проміжків. Ці правила не допускають, щоб одна територія розглядалася як частина двох областей (простір накладання), а також щоб в межах даної території був простір, який не входить до складу жодної області (проміжки). Наступним правилом була умова, що клас просторових об'єктів *Грунти* не повинний накладатися з класом просторових об'єктів *Населені_пункти та Ліси*. Кластерний допуск залишили за умовчанням (0,001 метра).

На рис. 2.1.5. відображені правила топології для набору просторових об'єктів *Кременецький (Лановецький) район* та приклад їх введення.

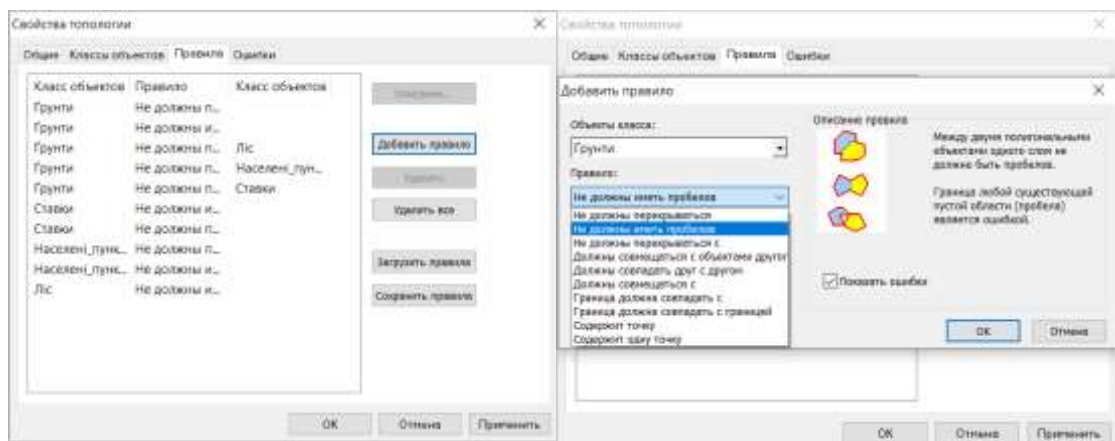


Рис. 2.1.5. Правила топології для набору просторових об'єктів *Кременецький (Лановецький) район* та приклад їх введення.

Результати перевірки топології виводяться у вікно ArcMap, кожен тип помилки (полігональна, лінійна, точкова) відображається відмінним символом. ArcMap дозволяє користувачу виправити помилки топології наступними способами [12]:

1. Інспектор помилок — діалогове вікно, яке дозволяє користувачу знаходити перелічені помилки та наближуватися на електронні карті до них. Користувачу пропонується серія дій для швидко виправлення помилок.

2. Панель інструментів топології — надає простий доступ до ряду інструментів пов'язаних з топологією, які використовуються для виправлення помилок під час сеансу редагування.

3. Звіт щодо помилок.

Отже, топологія є основним засобом для гарантії якості даних. Топологія уможливорює проведення розширеного просторового аналізу і відіграє велику роль у забезпеченні якості бази даних ГІС.

Ключовим моментом створення візуально якісної карти є підбір символів, кольорів і інших елементів карти. Символи (або умовні позначення) використовуються для визначення точок, ліній, полігонів і тексту на карті. У ході роботи були використано лінійні, текстові символи та символи заливки.

В ArcGIS передбачені широкі можливості автоматичного та ручного виведення підписів по значеннях, включених у таблицю атрибутивних даних: можна точно задати параметри розташування підписів відносно умовних позначень об'єктів місцевості, призначити формат додатковим елементам (виноска, стрілки), задати кут розвороту тощо. В середовищі ArcGIS є різні способи відображення символів. В ArcMap можна вказати символ кожного унікального значення певного поля.

В ArcMap можна присвоювати символ кожному унікальному значенню одного поля. Наприклад, на карті ґрунтів кожний тип відображається своїм кольором.

Для відображення типів ґрунтів, ступеня змитості, гранулометричного складу, ґрунтоутворної породи була використана функція відображення за категоріями по значеннях їх атрибутів.

Наведемо приклад алгоритму дій для відображення типів ґрунтів (рис 3.1.6.):

1. Натискаємо ПКМ на властивості шару *Ґрунти* обираємо вкладку *Властивості*.

2. Обираємо команду *Унікальні значення* в списку методів відображення.

3. Обираємо поле типу *Назва_типу_грунту*.
 4. Натискаємо *Добавити всі значения*.
 5. Обираємо символи, які будуть відображені для даної категорії. Для цього натискаємо ПКП на символи і встановлюємо потрібні параметри.
- До категорій типів ґрунтів також були додані заголовки розділів

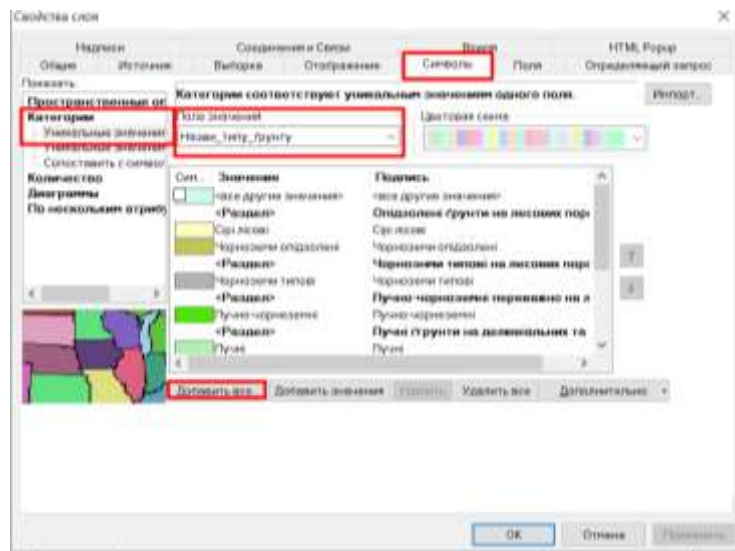


Рис.3.1.6. Приклад налаштування відображення символів шару *Ґрунти*.

Для відображення даних окремих показників (потужність гумусового горизонту, вміст гумусу, реакція ґрунтового розчину, сума увібраних основ, ґрунтово-екологічним індекс) була використана функція автоматизованої класифікації об'єктів по значеннях їх атрибутів, а саме методом відображення за допомогою градуїрованих кольорів.

При автоматизованій класифікації за атрибутами користувач визначає атрибут класифікації, метод класифікації і число класів. Вибір методу класифікації спирається на оцінку розподілу даних за допомогою гістограми. На горизонтальну вісь гістограм виносять значення, а на вертикальну — частоту їх появи в межах даної вибірки. Для автоматизованої класифікації за атрибутами ArcMap дає можливість використовувати один з шести стандартних методів класифікації [26].

При застосуванні методу градування кількісні значення групуються в порядкові клас, що лінійно змінюються. В межах класу всі об'єкти відображаються однаковим кольором на основі вибору кольорової схеми.

Для вибору інтервалів значень в межах яких колір не змінюється використано метод *Вручну*.

Усі значення характеристик ґрунтів поділялися за загальноприйнятими класифікаціями у ґрунтознавстві. Детальніше у розділі 3.2.

На основі наданих праматерів ґрунтових відмін (Додаток), які були внесені в базу даних, створено серію карт (Додаток А-М).

Останнім важливим етапом створення карти є її компоновання. Компоновання карти — це набір елементів з яких складається карта: легенда, масштабна лінійка, стрілки півночі тощо, розміщених певним чином для виведення карти на друк. Незважаючи на те, що компоновку карти можна експортувати у файл і використовувати в електронному вигляді, основне її призначення полягає у виведенні карти на друк [6].

Спочатку була виконана автоматична компоновка карти, а потім замінювалися необхідні елементи. Для редагування елементів необхідно вивести карту до друку (*Вид* (панель меню) → *Вид компоновки*), яку можна редагувати. Меню *Вставка* дозволяє додати *Легенду*, *Стрілку півночі*, *Масштабну лінійку* і *Текст масштабу*. При вставці будь-якого з цих елементів відкриється відповідне діалогове вікно для налаштування властивостей цього елемента карти.

Для друку, усі карти зберігалися у PDF-форматі (*Файл* → *експорт карти* → *тип файлу PDF* → *вибираємо потрібну нам папку* → *Зберегти*).

Таким чином, у результаті вище описаних дій було створено серію електронних карт ґрунтів Кременецького району Тернопільської області.

Можна зробити висновок, що програмне забезпечення ArcGIS дозволяє якісно та досить швидко розробити серію електронних карт. Результатом роботи є не просто низка карт, а повноцінна база геоданих, якою можна легко маніпулювати і отримувати бажанні результати при дослідженні ґрунтового

покриву. Отримані картографічні матеріали мають важливе практичне та теоретичне значення, характеризуються широкими можливостями використання в різних сферах людської діяльності та можуть виконувати різноманітні функції.

3.2. Аналіз карт ґрунтів Кременецького району Тернопільської області

Ще з давніх часів карта слугує наочним посібником, об'єктом вивчення і джерелом знань. Цінне значення ґрунтовим картам надавали науковці та прості фермери ще з минулого століття. Доказом цього можуть слугувати слова академіка Ф. Ю. Левінсон-Лессинга, учня В. В. Докучаєва: «Ґрунтова карта однаково важлива і для вченого агронома, і для практика-господаря; для обох вона повинна служити вихідною точкою як подальшого вивчення ґрунтів, так і застосування тієї або іншої системи рільництва і сільського господарства, взагалі – і тих або інших засобів до поліпшення продуктивності ґрунту» (Левенсон-Лессинг Ф.Ю. Картография почв в Западной Европе и в России. – 1889) [21].

У нашому дослідженні на основі паперової карти та технічного звіту обстеження ґрунтів (1961 р.) створено серію карт ґрунтів, що включає наступні карти:

- «Кременецький район Тернопільська область» (Додаток А);
- «Ґрунти Кременецького району Тернопільської області» (Додаток Б);
- «Ґрунотвірні породи Кременецького району Тернопільської області» (Додаток В);
- «Гранулометричний склад ґрунтів Кременецького району Тернопільської області» (Додаток Г);
- «Деградованість (змитість) ґрунтів Кременецького району Тернопільської області» (Додаток Д);
- «Вміст гумусу в ґрунтах Кременецького району Тернопільської області» (Додаток Е);

- Потужність гумусового горизонту в ґрунтах Кременецького району ґрунтів Тернопільської області» (Додаток Ж);
- «Реакція ґрунтового розчину ґрунтів Кременецького району Тернопільської області» (Додаток К);
- «Сума ввібраних основ ґрунтів Кременецького району Тернопільської області» (Додаток Л);
- «Екологічна стійкість ґрунтів Кременецького району Тернопільської області» (Додаток М).

Територія картографування охоплює південно-східну частину Кременецького району Тернопільської області, що до 2020 року виділялася як Лановецький адміністративний район. Усі карти відображують одну й ту саму територію, але відрізняються за змістом. Серія карт детально та різносторонньо характеризує ґрунтовий покрив району та його властивості, який надзвичайно важко і практично не можливо передати на одній єдиній карті.

Електронні карти ґрунтів створені в одній картографічній проекції та в одному масштабі, характеризуються однотипною компоновкою та географічною основою.

Створення даних карт передбачає відображення типів ґрунту та його характеристик через сформовані показники картографування (якісні та кількісні) за визначеними одиницями шляхом застосування способів картографічного зображення.

В процесі розробки серії електронних карт ґрунтів території Кременецького (Лановецького) району Тернопільської області були використані такі способи картографічного зображення, як спосіб якісного та кількісного фону.

Спосіб якісного фону застосовують для характеристики об'єктів суцільного поширення на всій земній кулі, тобто тільки для тих явищ, які можна чітко розмежувати в просторі [53]. У нашому дослідженні цим способом на

картах відображено поширення типів ґрунтів, дані про гранулометричний склад, ґрунтовірні породи, деградованість (змитість) ґрунтів.

Спосіб кількісного фону – це спосіб відображення на карті кількісних відмінностей якого-небудь явища у межах відображуваної території в результаті поділу її на частини. Для цього способу важливе значення має раціональний вибір шкали поділу кількісної характеристики [53]. Для кожної карти обиралася шкала згідно загальноприйнятих у ґрунтознавчій науці градацій ґрунтів відповідно до тієї чи іншої властивості.

Кількісні значення, які передають кольором, легко запам'ятовуються. Навіть за умови невеликої відмінності в тонах можна одразу побачити, де розміщені ділянки одного кольору і якому показникові вони відповідають [53].

Для того, щоб наочно відобразити об'єкт картографування потрібно враховувати, яку інформацію потрібно виносити на карту, а яку можна або узагальнити, або повністю упустити, щоб чітко «читався» основний зміст карти.

Досить часто буває, що ґрунтові карти перезавантажені змістом. Наприклад, на карті, окрім ґрунту, зображують додатково чинники ґрунтоутворення (деякі характеристики клімату, крутизна та експозиція схилів, межі поширення ґрунтовірних порід, глибини ґрунтових вод і ін.), які збагачують карту новою інформацією про ґрунт, але водночас знижують читаність та наочність.

Створені нами карти містять набір даних, що складаються з одної характеристики зображуваного явища, наприклад, вміст гумусу або потужності гумусового горизонту. В результаті цього кожна розроблена карта легка для розуміння і не перевантажена.

На всіх картах, окрім типів ґрунтів і їх властивостей показано населені пункти, ліси, ріки та ставки, що є елементами географічної основи.

Елементи гідрографії та ліси зображені на картах більш узагальнено, виділено найзначиміші. Річкова мережа та ліси на карті мають важливе значення, адже вони мали вплив на формування та просторовий розподіл ґрунтового

покриву та його характеристик. Населені пункти на серії карт відображенні лише з точки зору орієнтування по карті.

На картах відображено межі ґрунтових відмін із відповідним шифром. Шифр ґрунтів поданий згідно номенклатурного списку агровиробничих груп ґрунтів України. Повна назва ґрунтових відмін представлена у додатку П.

Важливою та невід'ємною частиною змісту карти є картографічні шрифти. Вони призначені для підписів об'єктів, пояснювальних підписів, підпису назв карт, масштабів та тексту в позарамковому оформленні тощо. Надписи перетворюють «німе» зображення на карту і роблять її цінним джерелом інформації [28].

Читаність карти, підписів, так і об'єктів, до яких вони відносяться безпосередньо залежить від того, наскільки вдало обрано шрифт і місце розташування підпису [14]. Зважаючи на цю особливість, ми виважено поставились до питання шрифтового оформлення серії електронних карт. Увага була приділена правильному вибору шрифтів за розміром і накресленням, а також розміщенням, було враховано масштаб карт, призначення, величина і значення зображених об'єктів.

При розташуванні підписів назв географічних об'єктів на карті ми керувалися загально прийнятими картографічними правилами. Усі власні назви пишуться на карті повністю, без будь-яких скорочень. Шрифти, які застосовуються на карті для різних груп об'єктів чітко розрізняються між собою. Кожний напис вказує на приналежність до визначеного географічного об'єкту.

Назви населених пунктів виконано шрифтом одного стилю та розміру. Оскільки назви населених пунктів потрібні лише для орієнтування на карті, було обрано невеликий розмір шрифту, щоб не обтяжувати карту.

Розміщення написів обумовлено характером локалізації об'єктів на карті. Власні назви населених пунктів, цифрові дані й окремі літери підписуються горизонтально у напрямку найбільшої їх протяжності. Назва річок розташовується паралельно їх руслу у безпосередній близькості від річки по

плавній кривій. Підписи розташовують на вільних місцях. Географічні назви даються на карті в місцевому написанні, тобто українською мовою.

Окрім шрифтового оформленні карт, не менш важливе значення має колір, його насиченість та тон. Правильний вибір кольорів та їх поєднань при створенні карт має важливіше значення. Перше враження (перші 7-9 секунд) про карту користувач отримує від його колірної гами.

При кольоровому оформленні карт необхідно керуватися деякими поняттями сполучення кольорів, оскільки не всі комбінації кольорів гармонійні [14].

Для кольорового оформлення серії карт, що характеризують різні властивості ґрунту використали тони одного кольору, але різної світлоти. Використані на карті кольори сприяють максимальному відокремленню різних елементів змісту карти: ґрунтів, гідрографії, лісів, населених пунктів.

Перш ніж вирішити, яку з палітр застосувати, слід точно знати, як надалі використовуватимуть карту або схему, що створюється [14]:

- друкувати з використанням кольорів багат шарового або плашечного друку;
- створювати для екранних презентацій і для підготовки слайдів;
- створювати для демонстрації в Інтернеті

Графічні програми дозволяють вибирати і створювати кольори, як для заповнення об'єкту, що в графічних програмах називається однорідною заливкою, так і для забарвлення його контуру [14]. Кольори для такої заливки можна створювати за допомогою кольорових моделей або вибирати з кольорових палітр.

Для кращого візуального орієнтування річки та озера позначають двома кольорами (контур озер – синій, колір річок блакитний, внутрішнє зафарбування озер – світло-блакитний). Підписи на картах в основному чорні, а гідрографія – блакитні.

Загалом при оформленні карт ми базувалися на таких принципах:

- достатня виразність умовних позначень, що досягається правильною комбінацією кольору, розміру та форми графічних елементів, їхньою взаємною контрастністю;
- легкістю сприйняття змісту карти.

При компонуванні карт було враховані нюанси, такі як конфігурація території, розмір легенди, естетичні моменти та інше.

Детальніше охарактеризуємо кожну створену карту з серії.

Для кращого розуміння території картографування була створена карта «Кременецький район Тернопільська область» (Додаток А). Загальногеографічна основа включає у себе населені пункти, ліси, ставки і ріки. Карта дає загальні уявлення про територію картографування.

Карта «Ґрунти Кременецького району Тернопільської області» (Додаток Б) дає загальні уявлення про поширення основних типів ґрунтів на території регіону. Легенда даної карти включає перелік типів ґрунтів.

Всі ґрунтові контури, виділені на карті, підписані відповідно до легенди карти. Недопустимо, щоб на карті були позначення, що відсутні в легенді, і, навпаки. Тому важливо на кінцевому етапі оформлення ґрунтової карти ретельно зіставити карту з легендою, що їй відповідає.

На карті «Ґрунти Кременецького району Тернопільської області» відображено 8 типів ґрунтів: сірі лісові, чорноземи опідзолені, чорноземи типові, лучно-чорноземні, лучні, лучно-болотні, торфово-болотні ґрунти, торфовища низині. Окремо виділено розмиті ґрунти та виходи корінних порід.

Кожний тип ґрунту характеризується певним набором фізичних й хімічних властивостей, які відображені на наступних картах із розробленої серії.

Найбільшу площу в досліджуваному районі займають чорноземи типові, які поширені в північній, центральній, східній та південно східній частинах району. Невеликі масиви даних ґрунтів зосереджені в південно-західній частині району.

Чорноземи опідзолені зосереджені в основному на південному-заході району. Окремими масивами вони також поширені на північному-заході та південному сході.

Сірі лісові найчастіше зустрічаються в центральній та південно-західній частині району, їх площі не значні.

Лучно-чорноземні найбільше поширення мають в пониженнях рельєфу у південно-східній та північній частинах району.

Лучні ґрунти представлені в центральній заплаві річки Горині. Лучно-болотні поширені вузькими смугами вздовж русел річок. Торфово-болотні ґрунти розповсюджені фрагментарно на території усього регіону, проте найбільший масив поширений в північно-західній частині району. Торфовища низинні сформувались на заболочених заплавах річок Горині, Жирак, Буглівки.

Кожний тип ґрунту має свій колір і свій шифр. Шифр ґрунту, як це зазначалося вище, поданий згідно номенклатурного списку агропромислових груп ґрунтів України.

Дана карта є незамінною при вивченні природних умов території та закономірностей територіального поширення ґрунтового пориву.

Ґрунотвірна порода є матеріальною основою ґрунту і передає йому свій гранулометричний, мінералогічний і хімічний склад, а також фізичні, хімічні та фізико-хімічні властивості, які в майбутньому поступово змінюються під впливом ґрунотворення [48].

На карті «Ґрунотвірні породи Кременецького району Тернопільської області» (Додаток В) відображено материнські породи, на яких були сформовані основні типи ґрунтів району. До таких порід належать: лесовидні суглинки, делювіально-алювіальні та алювіально-делювіальні відклади.

Усі зональні ґрунти території картографування були утворені на лесовидних суглинках. До таких ґрунтів відносяться сірі лісові, чорноземи опідзолені, чорноземи типові та лучно-чорноземні. На делювіально-алювіальні

породах утворилися лучні ґрунти, а на алювіально-делювіальних породах — лучно-болотні ґрунти, торфо-болотні та торфивища низині.

На території району ґрунотвірні породи на денну поверхню майже не виходять, лише подекуди, в основному в річкових долинах зустрічаються виходи корінних порід.

Дана карта є додатковою для характеристики ґрунтів території та природних умов в цілому. Дозволяє уточнити генезу того чи іншого типу ґрунту.

Важливою характеристикою кожного ґрунту є його гранулометричний склад. Карта «Гранулометричний склад ґрунтів Кременецького району Тернопільської області» є досить цінною. Знання про гранулометричний склад з урахуванням інших властивостей дозволяє вирішувати ряд важливих питань генезису і раціонального використання ґрунтів. Від гранулометричного складу значною мірою залежить інтенсивність ґрунотворних процесів, які пов'язані з перетворенням, переміщенням і нагромадженням органічних та мінеральних сполук у ґрунті

За гранулометричним складом ґрунти району поділяються на легкосуглинкові, середньосуглинкові та важкосуглинкові. Для певних ґрунтових відмін гранулометричний склад не визначався, тому у технічному звіті ці дані відсутні.

Переважають ґрунти із середньосуглинковим гранулометричним складом. До цього типу ґрунтів належать сірі лісові, чорноземи опідзолені. До легкосуглинкових ґрунтів, які займають дещо меншу площу картографування належать чорноземи типові, лучно-чорноземні та лучні. Найменшу площу займають важкосуглинокові ґрунти, таким гранулометричним складом на території дослідження характеризуються лучно-болотні ґрунти. Для торфо-болотних та торфивищах низинних не визначався гранулометричний склад.

Знання, які можна отримати з даної карти дуже важливі, оскільки гранулометричний склад є важливою характеристикою ґрунту і визначає багато аспектів господарського використання ґрунтів. Від нього залежить структура

грунту, водопроникність, вологоємність, ємність вбирання, повітряний, тепловий і поживний режими [1].

Важливим показником з екологічних позицій є рівень деградованість (змитість) ґрунтів. В умовах антропогенного тиску на довкілля та кризової екологічної ситуації, проблема охорони ґрунтів від деградаційних процесів має особливу актуальність і значимість. Адже, не можна зберегти рослинний покрив, тваринний світ, чисту воду і повітря без збереження ґрунтового покриву.

На карті «Деградованість (змитість) ґрунтів Кременецького району Тернопільської області» (Додаток Д) відображена класифікація ґрунтів за ступенем змитості: слабозмиті, середньозмиті, сильнозмиті, намиті, окремо виділено ґрунти, які не піддаються процесам змивання та розриті ґрунти й виходи корінних порід.

Найбільшу площу займають сильнозмиті ґрунти, які зустрічаються по всій території, дещо меншу — слабозмиті та середньозмиті ґрунти. Намиті ґрунти приурочені до понижень рельєфу. В районі поширенні ґрунти, які не піддаються змиванню (лучні, торфово-болотні, торфовища низинні), їх відсоток порівняно незначний.

Дана карта детально показує ситуацію в районі щодо процесів змитості ґрунтів. Інформація про закономірності просторового розподілу процесів деградації ґрунтів є надзвичайно важливою. Так, змитість ґрунтів є одним з критеріїв розподілу угідь за еколого-технологічними групами під час впровадження ґрунтозахисної контурно-меліоративної системи землекористування та інших природоохоронних та господарських заходів [1].

Вивчаючи динаміку процесів змиву ґрунту особливу увагу слід звернути на найродючіші ґрунти (чорноземи типові, чорноземи опідзолені), саме вони найбільш піддаються негативним процесам змиву, тим самим втрачаючи свою родючість.

Дана карта є чи не найактуальніша при розробці заходів для збереження ґрунтового покриву та його раціонального та еколого збалансованого використання.

Усі вищи описані карти створені за допомогою способу якісного фону. Також на картах показані межі ґрунтових відмін та шифром позначені відповідні їм ґрунтові відміни. Дана інформація дозволяє визначити, якими властивостями характеризуються різні ґрунтові відміни.

Далі розглянемо карти, створення яких передбачає використання способу кількісного фону. Усі кількісні характеристики ґрунту (вміст гумусу, потужність гумусу, реакція ґрунтового розчину, сума ввібраних основ, ґрунтово-екологічний індекс) групувалися згідно прийнятих у ґрунтознавстві класифікацій. Після чого, територія картографування була поділена на частини згідно проведеного групування, однотипні частини зафарбовувалися відповідним кольором та його відтінками. Окремо на кожній карті виділено розмиті ґрунти та виходи корінних порід, які не мають відповідної характеристики на відмінно від інших ґрунтових відмін.

Родючість ґрунту залежить від багатьох його властивостей, але в основному визначається найважливішими показниками: вміст гумусу та потужність гумусового горизонту. Гумус – найбільш цінна органічна і біологічно активна частина ґрунту.

Карта «Вміст гумусу в ґрунтах Кременецького району Тернопільської області» (Додаток Е) відображає середньозважені показники вмісту гумусу (%) у ґрунтових відмінах.

За основу для групування ґрунтів за вмістом гумусу була обрана класифікація Тюріна [17]. Відповідно за вмістом гумусу ґрунти району були поділені на 4 класи: дуже низький (0 – 2,0 %), низький (2,1 – 4,0 %), середній (4,1 – 6,0 %) і підвищений (понад 6,1 %).

Дуже низький вміст гумусу характерний для сірих лісових ґрунтів різного ступеня змитості та чорноземів опідзолених середньозмитих.

Низьким вмістом гумусу характеризуються чорноземи опідзолені слабозмиті, середньозмиті, намиті та чорноземи типові слабозмиті.

До ґрунтів з середнім вмістом гумусу віднесено чорноземи намиті, лучно-чорноземні, лучні, лучно-болотні, торфово-болотні ґрунти. Дані ґрунти займають найменші площі в регіоні.

Підвищеним вмістом гумусу і найбільшим в межах району характеризуються торфовища низинні.

Не менш важливий показник родючості є потужність гумусового горизонту, тому нами розроблена карта «Потужність гумусового горизонту ґрунтах Кременецького району ґрунтів Тернопільської області» (Додаток Ж), що відображає відповідний показник (висоту гумусового горизонту у см) для кожної ґрунтової відміни. Ґрунти за потужністю гумусового горизонту в залежності від відповідного показника були поділені на ґрунти з вкороченим гумусовим горизонтом (менше 25 см), малопотужним (25,1 – 40 см), середньопотужним (40,1 – 80 см) та потужним (80,1 – 120 см). Групування базувалося на основі класифікації поданої в навчально-методичному посібнику «Ґрунтознавство та географія ґрунтів» (Арїон, Купач, Дем'яненко, 2017) [3].

Вкороченим гумусним горизонтом характеризуються сірі лісові ґрунти і чорноземи опідзолені сильнозмиті, дані ґрунти не мають значного поширення.

До ґрунтів з малопотужним гумусовим горизонтом належать чорноземи опідзолені різної степені змитості та чорноземи типові сильно- та середньозмиті.

В районі переважають ґрунти з середньопотужним гумусовим горизонтом. До них належать чорноземи опідзолені намиті, чорноземи типові незмиті та слабозмиті, лучно-чорноземні, лучні, лучно-болотні ґрунти.

До ґрунтів з потужним гумусовим горизонтом віднесено чорноземи намиті, торфово-болотні, торфовища низинні.

Дані карти, що характеризують основний критерій родючості ґрунтів – гумус, надають детальну інформацію про поширення ґрунтових відмін з різним вмістом гумусу та його потужністю. Отримані знання дозволять швидко

визначити наскільки родючими є ґрунти тої чи іншої місцевості, їх придатність для вирощування окремих сільгоспкультур.

Досить важливою для вивчення стану ґрунту на конкретній території є реакція ґрунтового розчину. Ця властивість, обумовлена наявністю в ґрунтовому розчині водневих (H^+) іонів. Реакція ґрунтового середовища впливає на активність у ґрунті елементів живлення і їхнє засвоєння рослинами та загалом на усю ґрунтову біоту (мікроорганізми, водорості, гриби) [19].

На карті «Реакція ґрунтового розчину ґрунтів Кременецького району Тернопільської області» (Додаток К) відображені 4 групи реакції ґрунтового розчину: середньоокисла (4,5 – 5 рН), сильноокисла (5,1 – 5,5 рН), близька до нейтральної та нейтральна (5,6 – 7 рН), слаболужна (7,1 – 7,5 рН). Дані групи виділені на основі класифікації поданої в навчально-методичному посібнику «Ґрунтознавство та географія ґрунтів» (Арїон, Купач, Дем'яненко, 2017) [3].

Найбільшу площу займають ґрунти із слаболужною реакцією ґрунтового розчину. До цієї групи віднесено чорноземи типові слабозмиті та середньозмиті.

Дещо менше поширені мають ґрунти, що характеризуються близькою до нейтральної та нейтральною реакцією ґрунтового розчину, до них відносяться чорноземи опідзолені різного ступеня змитості, чорноземи намиті та лучно-чорноземні.

Сірі лісові незмиті та сірі лісові середньозмиті, лучні, торфовища низинні входять в групу ґрунтів з слабокислою реакцією ґрунтового розчину.

Незначні площі займають ґрунти з середньоокислою реакцією ґрунтового розчину — це лучно-болотні та торфо-болотні ґрунти.

Реакція ґрунтового розчину є ознакою, від якої багато в чому залежать агрохімічні властивості ґрунтів та ріст рослин, тому дана карта містить інформацію, яка може стати корисною не тільки для дослідників-ґрунтознавців, але й для фермерів, агрономів та інших землекористувачів.

Розглянемо карту «Сума ввібраних основ ґрунтів Кременецького району Тернопільської області» (Додаток Л).

Дана характеристика ґрунту є важливим елементом його діагностики подальшого успішного використання ґрунтового покриву. Сума ввібраних основ визначає взаємодію ґрунту з внесеними добривами. Показник суми ввібраних основ використовують при обґрунтуванні системи удобрення ґрунтів в сівозміні, хімічної меліорації ґрунтів тощо.

На карті цей показник відображений кількісним фоном, який включає три градації: середня (10,1 – 15 мг-екв. на 100 г ґрунту), висока (20,1 – 30,0 мг-екв. на 100 г ґрунту) та дуже висока (понад 30 мг-екв. на 100 г ґрунту) сума ввібраних основ. Як і для попередніх характеристик ґрунтів градація проведена на основі класифікації поданої в навчально-методичному посібнику «Ґрунтознавство та географія ґрунтів» (Арїон, Купач, Дем'яненко, 2017) [3].

Дуже високою сумою ввібраних основ характеризуються більшість ґрунтових відмін (чорноземи опідзолені незмиті, чорноземи типові різного ступеня змитості, лучні, лучно-чорноземні, лучно-болотні, торфово-болотні, торфовища низині). До ґрунтів із високою сумою увібраних основ належать чорноземи опідзолені різного ступеня змитості. Середня сума ввібраних основ характерна лише для сірих лісових ґрунтів

Дана карта, аналогічно попередній відображає інформацію, що може використовуватися не тільки для теоретичного вивчення ґрунтового покриву району, але й для практикуючих землекористувачів з метою якісного використання ґрунтів та збільшення врожайності.

Одним із підходів до характеристики стану ґрунтів є оцінка їх екологічної стійкості, тобто комплексний аналіз ґрунту, що відображає взаємодію людини з навколишнім середовищем у процесі сільськогосподарського виробництва, вплив сільського господарства на ґрунт, характер функціонування агроєкосистем в умовах техногенних навантажень [47].

Числовим виразом екологічної стійкості є ґрунтово-екологічний індекс (ГЕІ). Ґрунтово-екологічний індекс показує екологічну стійкість відповідного ґрунту та дає змогу кількісно, у порівняльному плані, оцінювати екологічні

умови конкретних територій. По суті, показники ГЕІ є узагальненою комплексною агрохімічною характеристикою ґрунту. Низькі показники свідчать про незадовільне, в екологічному плані, використання ґрунтів, що може привести до ще більшої деградації ґрунтового покриву. Високі показники говорять про можливість раціонального, екологічно безпечного використання ґрунтового покриву та підвищення його родючості [31].

На карті «Екологічна стійкість ґрунтів Кременецького району ґрунтів Тернопільської області» (Додаток М) були виділені чотири класи екологічної стійкості ґрунтів: висока стійкість (ГЕІ понад 4) , добра (ГЕІ в межах 3,6 – 4), задовільна (ГЕІ в межах 3 – 3,5), загрозлива (ГЕІ менше 3).

До ґрунтів з високою стійкістю віднесено торфовища низинні торфоболотні та лучно-болотні, лучні, лучно-чорноземні, чорноземи намиті ґрунти, ці ґрунти мають найвищі показники ГЕІ.

Ґрунти, що характеризуються доброю стійкістю належать чорноземи опідзолені незмиті та чорноземи типові слабозмиті.

Клас задовільної стійкості представлений чорноземи опідзолені різного ступеня змитості — сильно-, середньо- намиті.

Найгіршу екологічну стійкість на території Кременецького (Лановецького) району мають сірі лісові та темно-сірі опідзолені ґрунти, що віднесені до класу загрозливої екологічної стійкості, показники ГЕІ є найнижчими..

Розмиті ґрунти та виходи корінних порід не підлягали оцінці.

Розроблена карта дозволяє отримати узагальнені дані про екологічний стан ґрунтів території, які можна застосовувати для розробки і впровадження у практику науково обґрунтованих рішень щодо раціонального, ефективного, екологічно безпечного використання ґрунтів.

Створена серія карт ґрунтів Кременецького району Тернопільської області дозволяє дізнатись про переважаючі типи ґрунтів їх гранулометричний склад, ґрунотвірну породу, родючість ґрунтового покриву, фізичні та хімічні властивості ґрунту, наявність та ступінь прояву змитості, екологічну стійкість та

іншу важливу інформацію. Тобто розроблені карти є досить інформативними та наочними.

Карти характеристик ґрунту можуть використовуватись як самостійні, так і як додаткові до основної базової карти типів ґрунтів, тим самим підвищуючи її коректність та інформативність.

Беззаперечно, що серія карт ґрунтів такого вигляду має велике значення у розв'язанні багатьох задач географії, картографії ґрунтів, ґрунтознавства та господарській діяльності. Вони дозволяють вирішувати ряд важливих питань, виділимо найактуальніші аспекти використання ґрунтових карт:

- обстеження та оцінювання якості ґрунтового покриву;
- прогнозування розвитку ґрунтових процесів, зміни властивостей ґрунтів та їх родючості;
- планування заходів щодо відтворення родючості ґрунтів та підвищення урожайності сільськогосподарських культур;
- інвентаризація земель;
- раціональне землекористування;
- охорона та моніторинг ґрунтів;
- облік земельних ресурсів та економічна оцінка ґрунтів;
- планування агропромислового виробництва, лісовпорядкування;
- розробка агрономічних, агротехнічних, меліоративних, протиерозійних та інших заходів, що спрямовані на запобігання та ліквідацію негативних природних та антропогенних впливів на ґрунти;
- створення проектів землеустрою;
- внутрішньогосподарське землевпорядкування;
- введення правильних сівозмін;
- проектування та будівництво об'єктів господарської та іншої діяльності;
- розробка та складання місцевих, районних та обласних ґрунтових карт;

Серія карт ґрунтів містить інформація, яка сприяє глибокому вивченню сучасного стану, закономірностей розташування і тенденцій подальшого розвитку ґрунтового пориву, дає можливість необхідних узагальнень і висновків.

Підсумовуючи вище вказане, зрозуміло що напрямки використання карт ґрунтів надзвичайно різноманітні. Карти ґрунтів мають значення не лише в практичному використанні ґрунтового покриву, але і для теоретичного вивчення ґрунту. Тому дані карти необхідні представникам різних сфер виробництва та наукової діяльності: ґрунтознавцям, фермерам, агрономам, садівникам, лісника, землевпорядникам, садоводам чи ландшафтним дизайнерам, управлінцям та органам місцевого самоврядування тощо.

ВИСНОВКИ

У ході проведеного дослідження були сформовані наступні висновки і результати.

Дослідження розвитку картографії ґрунтів дозволяє зрозуміти сучасний стан та напрямки розвитку цієї науки. Продовж століть методи картографування ґрунтів та відповідно ґрунтові карти змінюються та удосконалювалися в залежності від тогочасних уявлень про ґрунти та рівня науки і техніки.

На сучасному етапі розвитку суспільства застосування ГІС-технологій для картографування ґрунтів — є один із пріоритетних напрямів розвитку картографії та ґрунтознавства. ГІС-технології служать незамінним інструментом при складанні ґрунтових карт, вилученні з карти окремих властивостей ґрунтів і створення на цій основі спеціалізованих карт. З їх допомогою візуалізація самих карт може бути легко доповнена тривимірними зображеннями, графіками, таблицями, фотографіями, мультимедійними засобами тощо.

При картографуванні ґрунтів слід мати уявлення про ґрунтовий покрив. Визначальними факторами, що зумовлюють формування певних типів ґрунтів на території та їх використання є природні умови. Комплекс природних умов Кременецького (Лановецького) району зумовив формування ґрунтового покриву, в структурі якого домінують чорноземи типові. Дані фонові ґрунти, поєднуються чорноземами опідзоленими та з невеликими за площею сірими лісовими та лучно-чорноземними ґрунтами. Лучні, лучно-болотні, торфово-болотні ґрунти та торфовища низинні є азональними.

Потужною платформою для створення, редагування та оформлення карт про ґрунтовий покрив є ArcGIS for Desktop. Дане програмне забезпечення характеризується великою бібліотекою символів і позначень, наявністю готових шаблонів карт та багатофункціональністю картографічних інструментів, що важливо при створенням будь-якої карти. Враховуючи переваги даного

програмного продукту, для створення серії електронних карт нами було використано програмне забезпечення ArcGIS версії 10.2.2. У роботі подано детальний опис алгоритму створення серії електронних карт ґрунтів

К

р

е

м Створена серія карт ґрунтів дозволяє дізнатись про переважаючі типи ґрунтів, їх гранулометричний склад, ґрунтовірну породу, показники родючості ґрунтового покриву, фізичні та хімічні властивості, ступінь прояву змитості, екологічний стан та іншу важливу інформацію. Карти характеристик ґрунту можуть використовуватись як самостійні, так і як додаткові до основної базової карти ґрунтів, тим самим підвищуючи її коректність та інформативність. Беззаперечно, що серія карт ґрунтів такого вигляду має велике значення у розв'язанні багатьох задач географії, екології, картографії ґрунтів, ґрунтознавства та господарській діяльності.

о Таким чином, проведені дослідження мають вагомі результати, як із практичної так і із теоретичної точки зору, оскільки дані електронні карти можуть бути використані для прикладних завдань та для наукового вивчення ґрунтів.

й

о

н

у

Т

е

р

н

о

п

і

д

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаптивні системи землеробства: підручник / за ред. В.П. Гудзя – Київ : «Центр учбової літератури», 2014. – 336 с.
2. Андрущенко Г. О. Ґрунти західних областей УРСР / Г. О. Андрущенко. – Львів ; Дубляни, 1970. – Ч. 1. – 185 с.
3. Аріон О. В. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства: Навчально-методичний посібник / О. В. Аріон, Т. Г. Купач, С. О. Дем'яненко . – К., 2017. – 226 с.
4. Артюшенко А. Т. История растительности западных областей Украины в четвертичном периоде / А. Т. Артюшенко, Р. Я. Арап, Л. Г. Безусько – К. : Наук. думка, 1982. – 136 с.
5. Балюк С. А. Наукові засади сталого управління ґрунтовими ресурсами України / С. А. Балюк, М. М. Мірошніченко, В. В. Медведєв // Вісник аграрної науки. – 2018. – № 11. – С. 5 – 12.
6. Бревус С. М. Основи створення електронних карт на базі програмного забезпечення ArcGis 10.1 / С. М. Бревус, Л. Г. Ніколенко, Р. В. Норчевський, М. А. Попова, О. Є. Стрижак, — К: ТОВ «СІТІПРІНТ», 2013. — 142 с.
7. Веремеєнко С. І. Картографія ґрунтів: навч. посіб. / С. І. Веремеєнко, В. М. Фурман. – Рівне : НУВГП, 2012. – 228 с.
8. Гончаренко О. Ґрунтознавчі дослідження Українського науково-дослідного інституту соціалістичного землеробства (м. Київ) у 1935-1940 рр. / О. Гончаренко, О. Пильтяй // Переяславський літопис: зб. наук. статей – 2013. – Вип. 4. – С. 108 – 116. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Perlit_2013_4_20.
9. Гончаренко О. Науково-дослідні роботи з ґрунтово-агрохімічного дослідження бурякових машинно-тракторних станцій та їх колгоспів

(1934-1937 pp. XX ст.) / О. Гончаренко, О. Пильтяй // Наукові записки з української історії: зб. наук. статей. – 2012. – Вип. 31. – С. 233 – 240.

10. Грунтові карти як відображення уявлень про ґрунтовий покрив СРСР і Росії [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://stud.com.ua/163161/geografiya/gruntovih_kart_vidobrazhennya_ujavlen_gruntoviy_pokriv_srsr_rosiyi#26.

11. Дем'янова І. Абсолютний максимум температур // Тернопільський енциклопедичний словник / редкол. : Г. Яворський та ін. – Тернопіль : Збруч, 2004-2010. – 696 с.

12. Дмитрів О. П. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Призначення та можливості інструментальних засобів ГІС» з навчальної дисципліни «Інструментальні засоби ГІС» студентами напряму 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій» професійного спрямування «Геоінформаційні системи і технології» / О. П. Дмитрів, Н. В. Левчук, М. М. Дубич, – Рівне: НУВГП, 2013. – 24 с

13. Докучаев В. В. Русский чернозем / В. В. Докучаев. – М. : Изд-во АН СССР, 1949. – Т. 3. – 624 с.

14. Дудун Т. В. Картографічне креслення та комп'ютерний дизайн: навчальний посібник / Т. В. Дудун, Т. М. Курач, С. В. Тітова, – К. : друковане видання, 2011. – 145 с.

15. Заверуха І. Абсолютний мінімум температур. // Тернопільський енциклопедичний словник / редкол. : Г. Яворський та ін. – Тернопіль : Збруч, 2004-2010. – 696 с.

16. Заставецька О. В. Географія Тернопільської області: навч. посіб. / О. В. Заставецька, Б. І. Заставецький, Д. В. Ткач. – 3-тє вид., доп. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2001. – 104 с.

17. Інститут біології, хімії та біоресурсів. Кафедра агротехнологій та ґрунтознавства [Електронний ресурс]. – Режим доступу :

<http://ibhb.chnu.edu.ua/dpt/soilscience/korisni-materiali/grupuvannia-gruntiv-za-riznomanitnimi-pokaznikami>.

18. Картографія ґрунтів/ А. П. Травлеєв, Д. Г Тихоненко, В. В, Дегтярьов [та ін.]; за редакцією Д. Г. Тихоненка та редактора-укладача М. О. Горіна. – Харків : Майдан, 2014. – 494 с.

19. Кислотність або рН ґрунту — основа ґрунтової хімії. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://superagronom.com/blog/656-kislotnist-abo-rn-gruntu--osnova-gruntovoyi-himiyi-yak-pidvischiti-urojaunist>.

20. Ковтун О. В. Еволюція наукової думки про картографування ґрунтів України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра іст. наук : спец. 07.00.07 «Історія науки і технік» / О.В. Ковтун. – Переяслав-Хмельницький : ПХДПУ, 2008.

21. Ковтун О. В. Нарис історії перших карт ґрунтів / О. В. Ковтун // Історія науки і біографістика. – 2007. – № 3.

22. Колопенюк М. Агрокліматичне районування // Тернопільський енциклопедичний словник / редкол.: Г. Яворський та ін. – Тернопіль: Збруч, 2004-2010. – 696 с.

23. Корсак К. В., Плахотнік О. В. Основи сучасної екології : навч. посіб. – 4-те вид., перероб. і допов. – К. : МАУП, 2004. – 340 с.

24. Краткий обзор атрибутивных доменов [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [//desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/domains/an-overview-of-attribute-domains.htm](http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/domains/an-overview-of-attribute-domains.htm).

25. Курок О. І. Різномасштабне картографування ґрунтів України: історія, методологія, методика[Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://inb.dnsgb.com.ua/2010-3/10_kurok.pdf

26. Лабораторний практикум у програмному забезпеченні «ArcGIS 9 Desktop» навчального курсу «Технології ГІС» (для студентів 3 курсу денної і заочної форми навчання напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія та

землеустрій») / Харк. нац. акад. міськ. Госп-ва; уклад.: В. Д. Шипулін. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 161 с.

27. Лаврик О. Д. Геоінформаційні технології в географії: навч. посібник / О. Д. Лаврик – Умань: ФОП Жовтий О. О., 2014. – 120 с.

28. Лахоцька Е. Я. Основи картографії: навч. посібник для студентів денної і заочної форм навчання зі спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» освітньо-кваліфікаційного рівня, бакалавр та молодший спеціаліст – Ужгород: УжНУ, 2017. – 79 с

29. Лубенець Л. С. До питання точності паперових та електронних карт / Л. С. Лубенець, О. І. Мороз, З. Р. Тартачинська // Геодезія, картографія і аерофотознімання, 2011. – Вип. 74. – С. 44–47.

30. Маринич О. М. Удосконалена схема фізико-географічного районування України / О. М. Маринич, Г. О. Пархоменко, О. М. Петренко та ін. // Укр. геогр. журнал. – 2003. – № 1. С. 16-20.

31. Медведєв В. В. Агроэкологическая оценка земель Украины и размещение сельськохозяйственных культур / В.В. Медведєв. – К. : Аграрная наука, 1997. – 162 с.

32. Мойш Н. І. Грунтознавство: Курс лекцій. – Ужгород: Гражда, 2011. – 368 с

33. Мудрук О. С. Картографування ґрунтів: наукові принципи [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://intkonf.org/mudruk-os-kartografuvannya-gruntiv-naukovi-printsipi/>

34. Назаренко І. І. Грунтознавство: підручник / І. І. Назаренко, С. М. Польчина, В. А. Нікорич. – Чернівці : Книги–ХХІ, 2004. – 400 с.

35. Науково-практичний семінар «Інформаційне забезпечення сталого управління ґрунтовими ресурсами» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://issuu.com/aviabrand/docs/1_____.

36. Національна академія аграрних наук України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://naas.gov.ua/newsall/newsnaan/6484/?PAGEN_2=117

37. Онищенко М. Г. Теоретико-методологічні основи картографічного моделювання природно-техногенної безпеки України / М. Г. Онищенко // Часопис картографії: зб. наук праць. – К. : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2018. – Вип. 18. – 82 с
38. Основи методології та організації наукових досліджень: навч. посіб. для студентів, курсантів, аспірантів і ад'юнтів / за ред. А. Є. Конверського. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 352 с
39. Палієнко В. П. Загальне геоморфологічне районування території України / В. П. Палієнко, Н. Е. Барщевський, С. Ю. Бортник // Український географічний журнал. – К., 2004. – № 1. – С. 3-11.
40. Природа Хмельницької області / Під ред. К. І. Геренчука – Львів : Вища школа, 1980. – 152 с.
41. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Тернопільській області у 2019 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://ecoternopil.gov.ua/images/Stan_dovkillya/reg_dop2020.pdf.
42. Садова Д. Ш. Картування ґрунтів за допомогою дистанційних методів.//Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції [«Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво»], (Миколаїв, 16-18 жовтня 2019 р.) – М: МНАУ, 2019. – С.153 –155.
43. Свинко Й. М. Нарис про природу Тернопільської області : геологічне минуле, сучасний стан / Й. М. Свинко. – Т. : Навчальна книга–Богдан, 2007. – 189.
44. Світличний О. О. Основи геоінформатики: навч. посібник / О. О. Світличний, С. В. Плотницький. – Суми : ВТД «Університетська книга», 2006. – 296 с.
45. Сосса Р. І. Історія картографування території України : підручник для студ. ВНЗ / Р. І. Сосса. – Київ: Либідь, 2007. – 334 с.
46. Сосса Р. І. Картографування території України: історія, перспективи, наукові основи : Моногр. / Р. І. Сосса. - К. : Наук. думка, 2005. – 292 с.

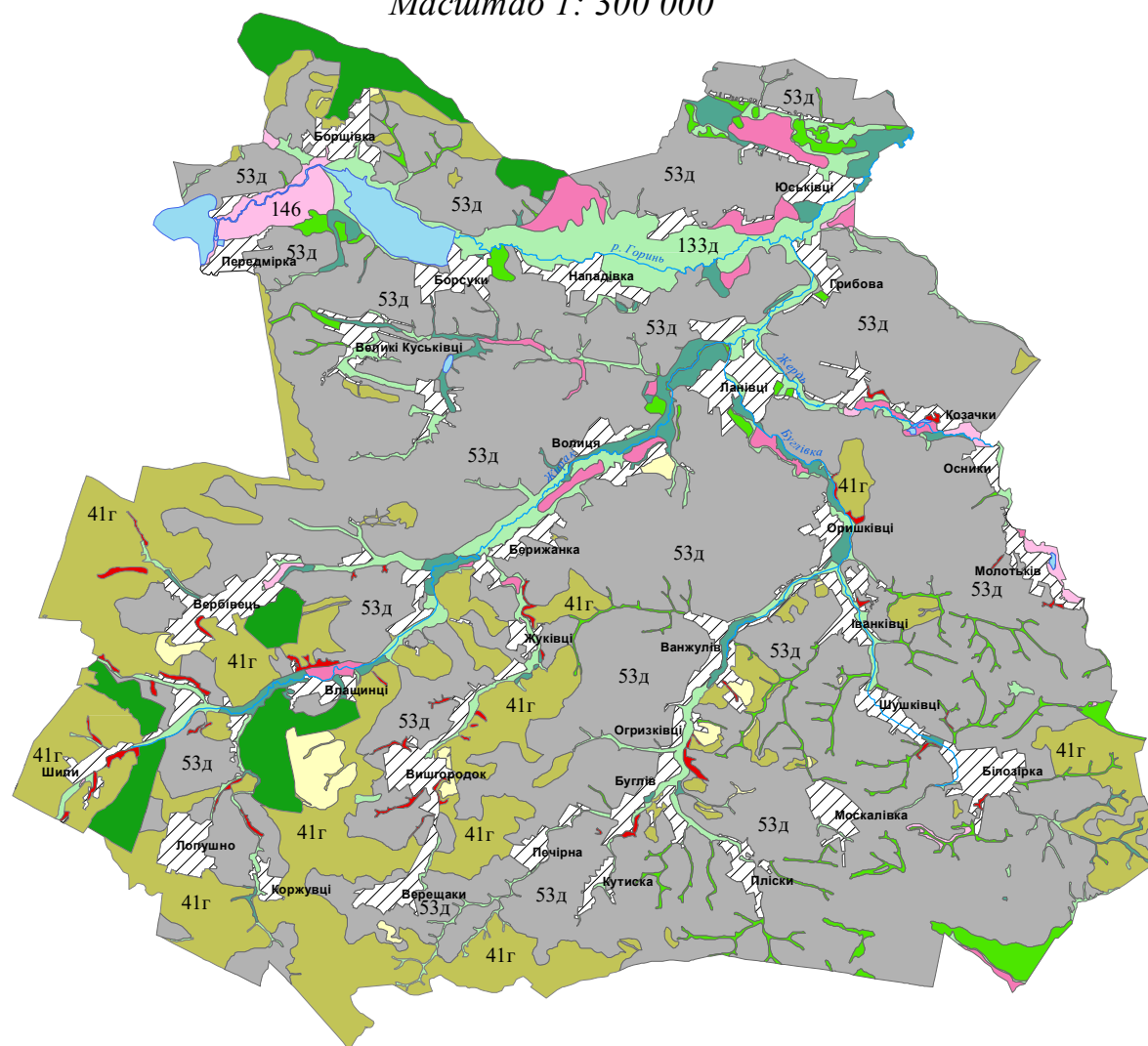
47. Телегуз О. В. Агроекологічна оцінка ґрунтів: монографія / О. В. Телегуз, М. Г. Кіт. – Л. : ЛНУ ім. Івана Франка, 2013. – 257 с.
48. Тема 1. Поняття про ґрунт та фактори [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.kegt-rshu.in.ua/images/dustan/01.pdf1>.
49. Технічний звіт по обстеженню ґрунтів Лановецького району Тернопільської області/ Українська академія сільськогосподарських наук – Тернопіль., 1961. – с .96.
50. Тригуб Я. М. Історичні аспекти становлення та розвитку ґрунтознавства в Україні / Я. М. Тригуб, Н. Попельницька //Вісник Одеського національного університету. Серія : Географічні та геологічні науки. – 2012. – Т. 17, Вип. 3. – С. 114 – 129.
51. Трускавецький С. Р. Прогресивний підхід до традиційних великомасштабних обстежень ґрунтів / С.Р. Трускавецький, Т.Ю. Биндич, К.Я. Вяткін, О.І. Шерстюк, Л.П. Коляда. Агрохімія і ґрунтознавство : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Вип. 86. Харків : ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського», 2017. С. 58 – 63.
52. Український ґрунтознавець Григорій Махів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://osvita.ua/vnz/reports/geograf/23257/>.
53. Хаєцький Г. С. Картографія з основами топографії : навчальний посібник для студентів географ. спец. пед. університетів та інститутів. Ч. 2 : Картографія / Г. С. Хаєцький, Л. І. Стефанков. – Вінниця : ВДПУ, 2014. – 147 с.
54. Черняк В. М. Унікальні перлини природи Тернопільщини / В. М. Черняк, Г. Б. Синиця, І. О. П'ятківський. – Тернопіль : Навчальна книга–Богдан, 2014. – 512 с.
55. Шеляг-Сосонко Ю. Р. Геоботанічне районування / Ю. Р. Шеляг-Сосонко // Географічна енциклопедія України : в 3 т. Т. 1 : А-Ж. – К., 1989. – С. 245.
56. Шипулін В. Д. Основи ГІС-аналізу: навч. посібник / В. Д. Шипулін. – Х. : ХНУМГ, 2014. – 330 с.

57. Щербань М. І. Кліматичне районування / М. І. Щербань // Географічна енциклопедія України : в 3 т. Т. 2 : З-О. – К., 1990. – С. 169.
58. Ямелинець Т. С. Застосування географічних інформаційних систем у ґрунтознавстві: навч. посібник. / Т. С. Ямелинець – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. — 196 с.
59. Ямелинець Т. С. Історичні етапи формалізації ґрунтових даних і трансформація ґрунтової карти як інформаційної моделі даних про ґрунт / Т.С. Ямелинець // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : географія. – Тернопіль: СМП «Тайп». – 2020. – №1 (48). – С. 32 – 42.
60. Яцук, І. П. Державне управління науково-організаційним процесом обстеження ґрунтів та їх охорони в Україні у ХХ столітті / І. П. Яцук // Держ. установа "Ін-т охорони ґрунтів України". – Київ : Вік принт, 2015.– 150 с
61. ArcGIS for Desktop [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.esri.ua/sarticle.php?id=5>.
62. Australian Soil Resource Information System [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://www.asris.csiro.au/>.
63. Canadian Soil Information Service [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://sis.agr.gc.ca/cansis/> (дата звернення 14.03.2020).
64. GlobalSoilMap.Net [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.isric.org/projects/globalsoilmapnet>.
65. SoilGrids [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://soilgrids.org/>.
66. World Soil Information [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.isric.org/>.

ДОДАТКИ

Ґрунти Кременецького району Тернопільської області

Масштаб 1: 300 000



Номенклатурний список ґрунтів

Опідзолені ґрунти на лесових породах

29г Сірі лісові

41г Чорноземи опідзолені

Чорнозми типові на лесових породах

53д Чорноземи типові

Лучно-чорноземні переважно на лесових породах

133д Лучно-чорноземні

Лучні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах

121д Лучні

Болотні ґрунти на алювіально та делювіальних відкладах

142д Лучно-болотні

146 Торфово-болотні

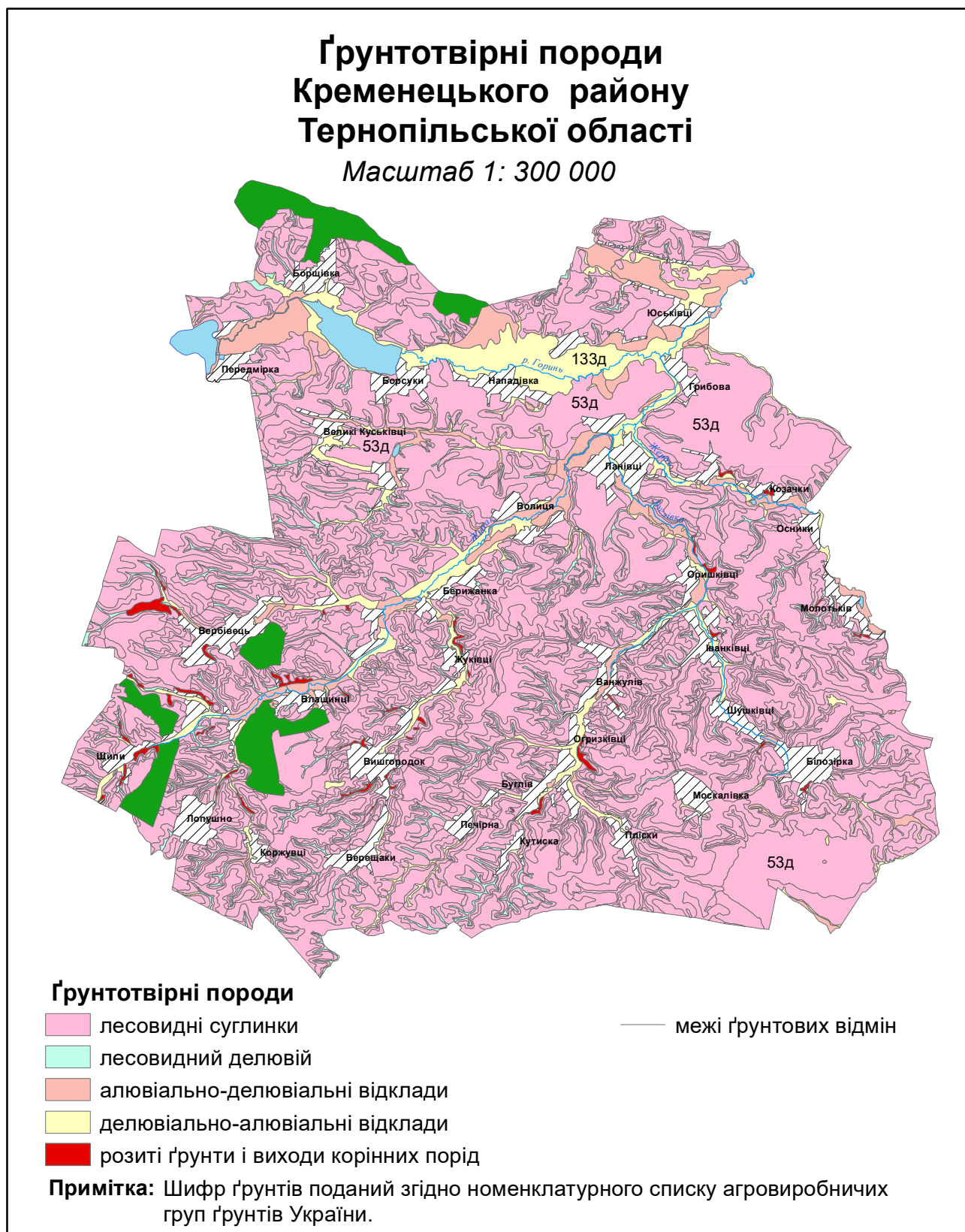
151 Торфовища низинні

Розмиті ґрунти та виходи корінних порід

217 Розмиті ґрунти та виходи корінних порід

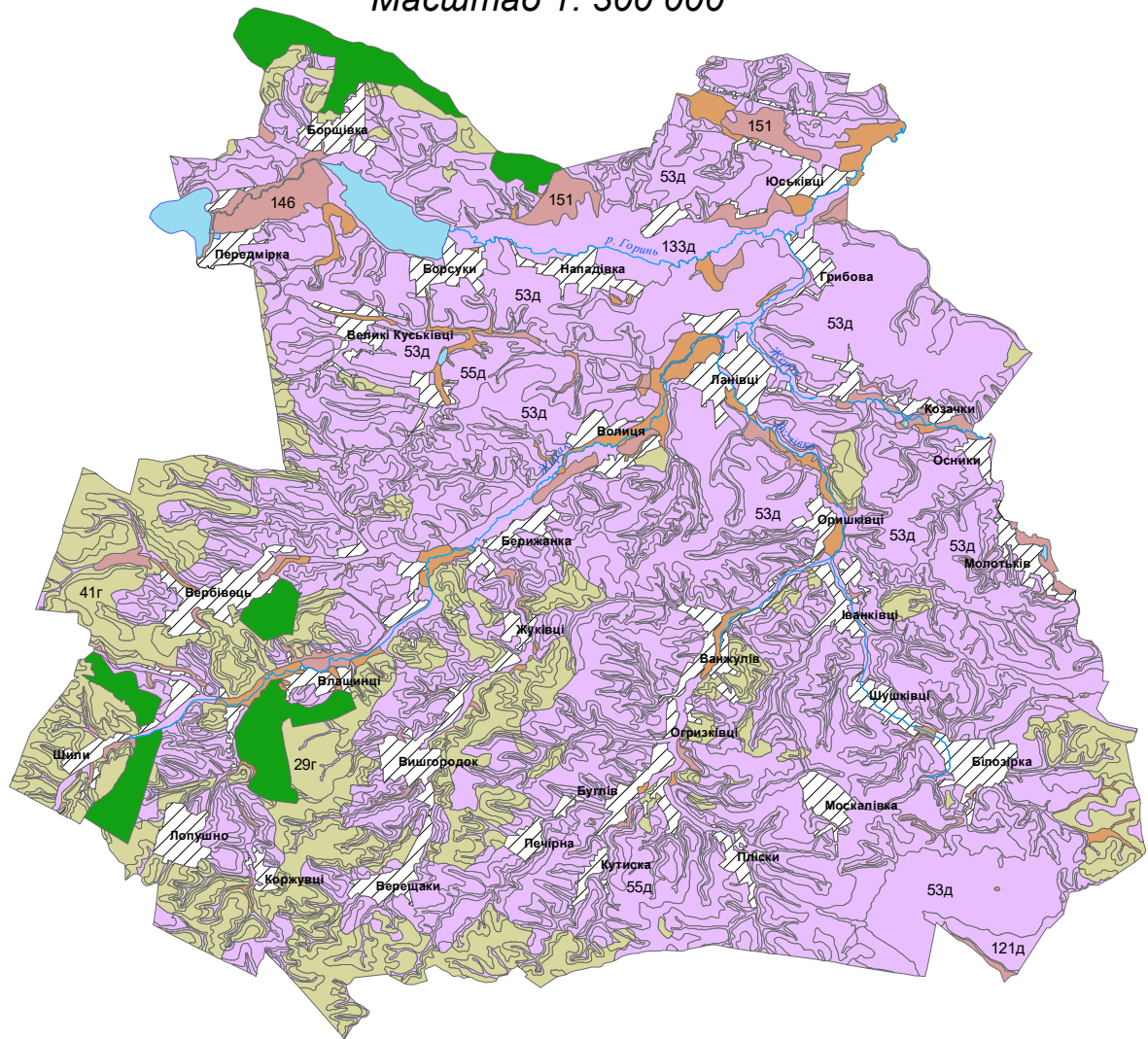
Примітка: Шифр ґрунтів поданий згідно номенклатурного списку агропромислових груп ґрунтів України.

Рис. Б. Карта "Ґрунти Кременецького району Тернопільської області".

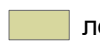






*Рис. В. Карта "Ґрунтотвірні породи Кременецького району
Тернопільської області".*

**Гранулометричний склад ґрунтів
Кременецького району
Тернопільської області**
Масштаб 1: 300 000



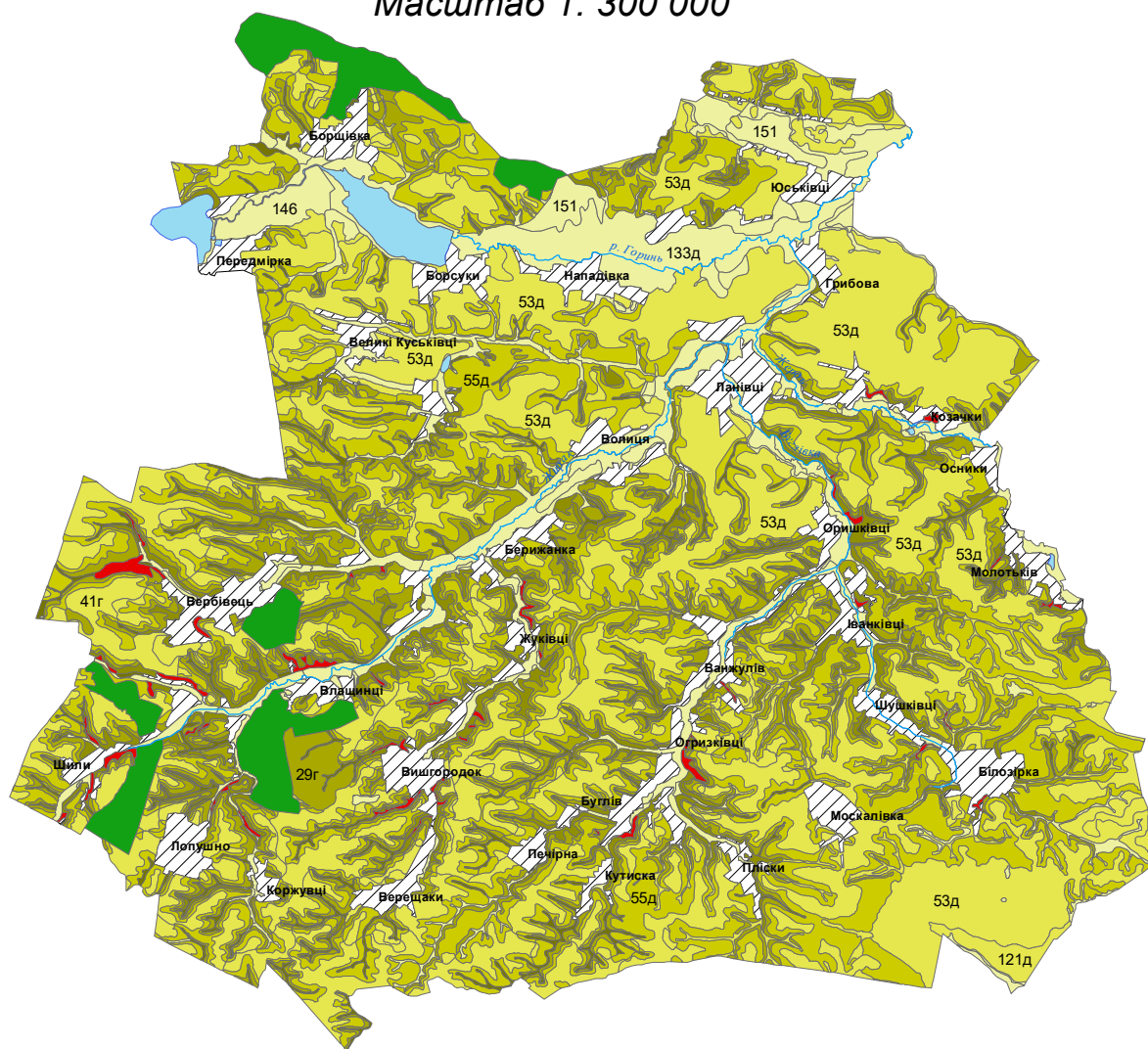
Гранулометричний склад

	легкосуглинковий		важкосуглиноковий		межі ґрунтових відмін
	середньосуглинковий		не визначався		









Примітка: Шифр ґрунтів поданий згідно номенклатурного списку агропромислових груп ґрунтів України.

Рис. Г. Карта "Гранулометричний склад ґрунтів Кременецького району Тернопільської області".

**Деградованість (змитість) ґрунтів
Кременецького району
Тернопільської області**
Масштаб 1: 300 000

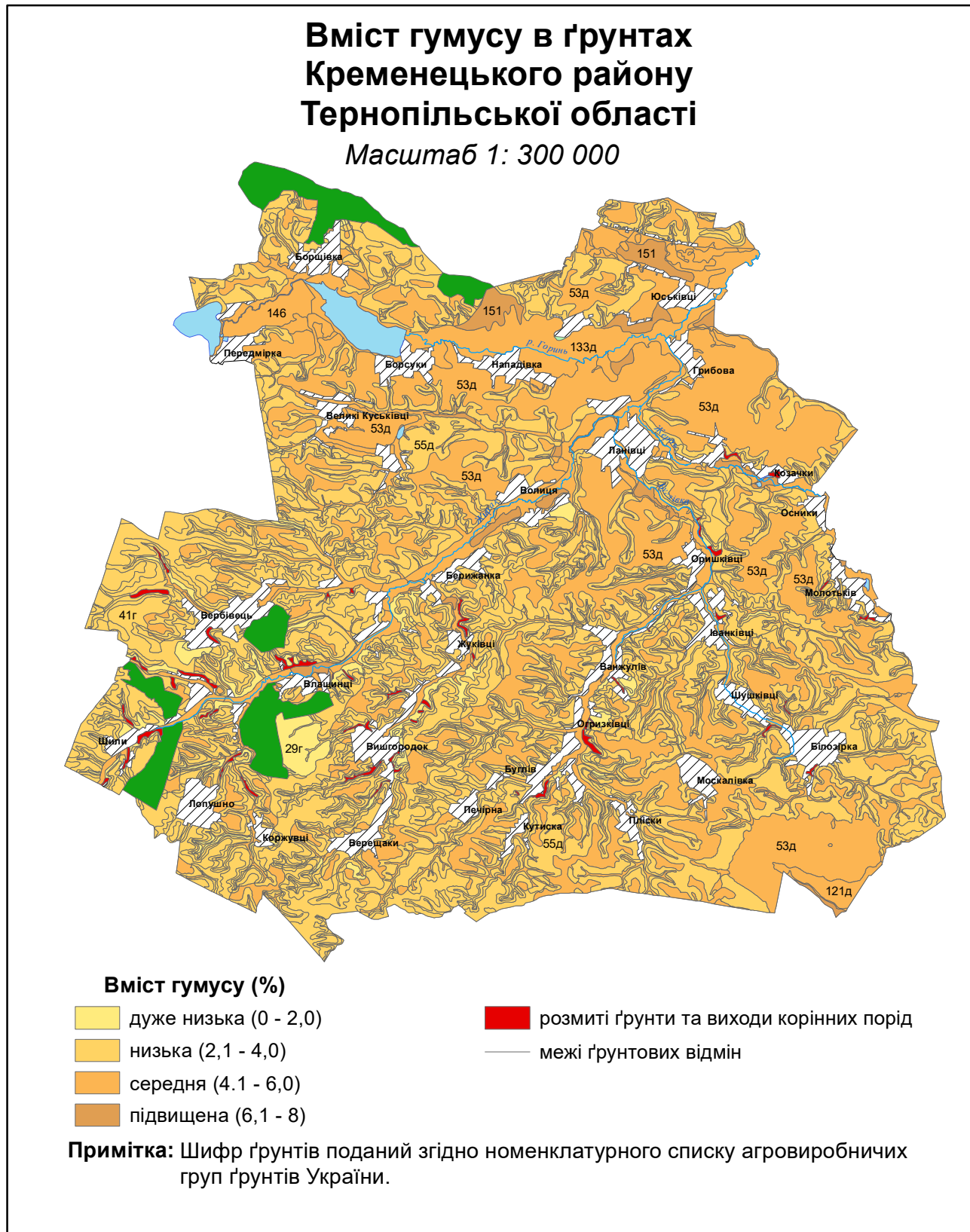


Деградованість (змитість) ґрунтів

	намиті		незмиті		межі ґрунтових відмін
	сильнозмиті		не піддаються змиванню		
	середньозмиті		розмиті ґрунти та виходи корінних порід		
	слабозмиті				

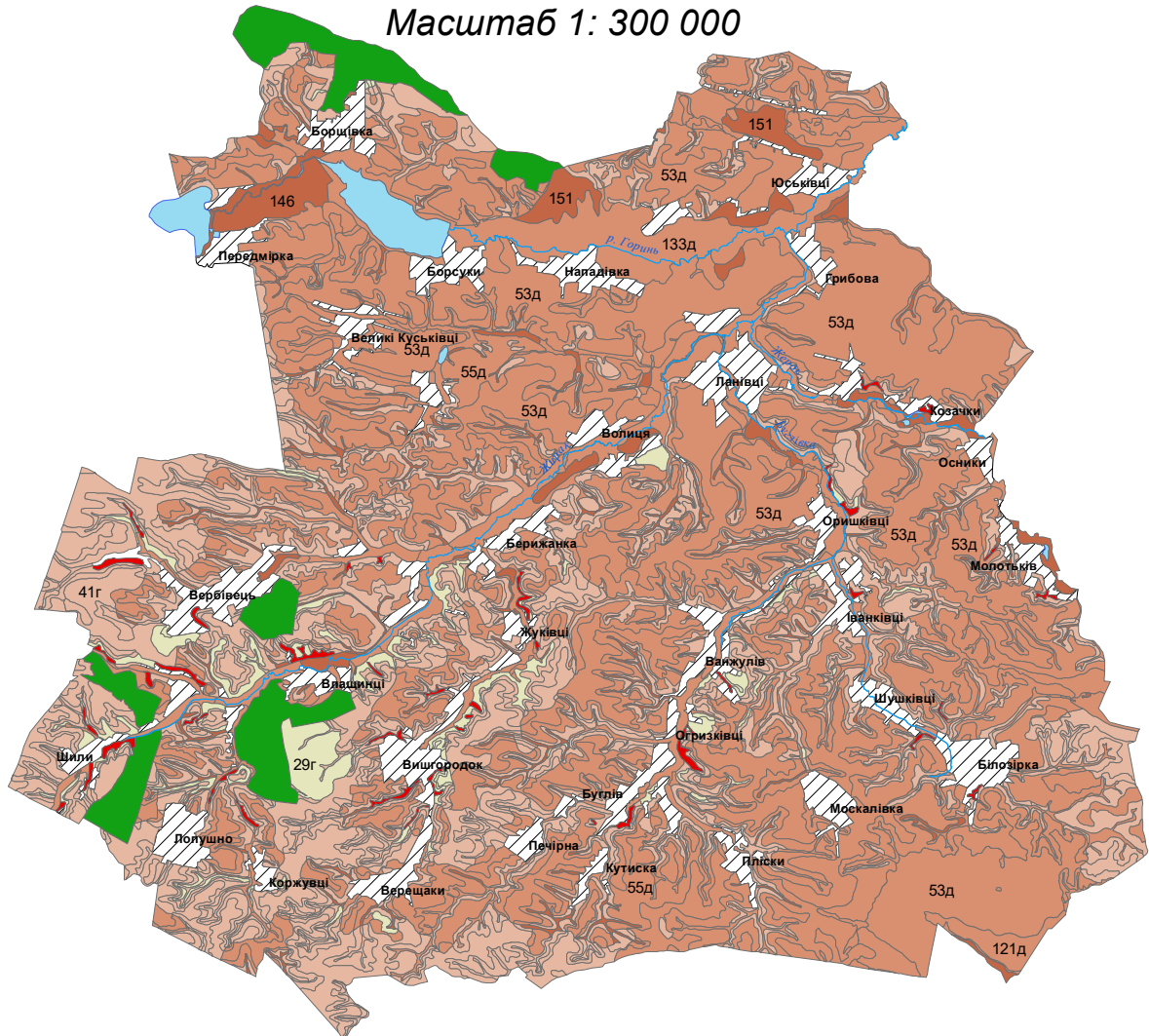
Примітка: Шифр ґрунтів поданий згідно номенклатурного списку агровиробничих груп ґрунтів України.

*Рис. Д. Карта "Деградованість (змитість) ґрунтів
Кременецького району Тернопільської області".*



*Рис. Е. Карта "Вміст гумусу в ґрунтах Кременецького району
Тернопільської області".*

**Потужність гумусового горизонту в ґрунтах
Кременецького району
Тернопільської області**
Масштаб 1: 300 000



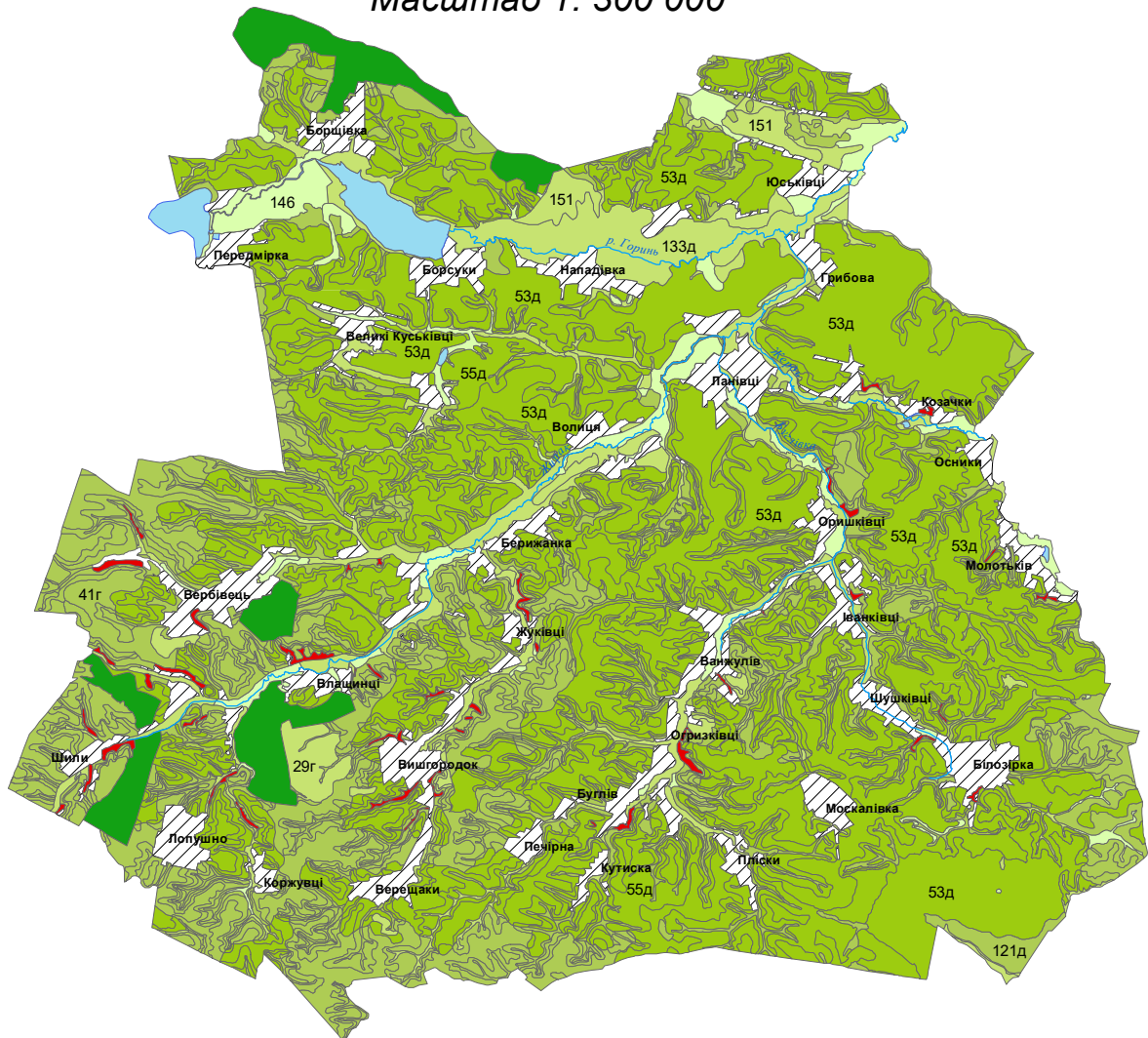
Потужність гумусового горизонту (см)

- вкорочений гумусовий горизонт (менше 25)
- малопотужний гумусовий горизонт (25,1 - 40)
- середньопотужний гумусовий горизонт (40,1 - 80)
- потужний гумусовий горизонт (80,1 - 120)
- розмиті ґрунти та виходи корінних порід
- межі ґрунтових відмін

Примітка: Шифр ґрунтів поданий згідно номенклатурного списку агровиробничих груп ґрунтів України.

Рис. Ж. Карта "Потужність гумусового горизонту в ґрунтах Кременецького району Тернопільської області".

**Реакція ґрунтового розчину ґрунтів
Кременецького району
Тернопільської області**
Масштаб 1: 300 000



Реакція ґрунтового розчину (рН)

- середньокисла (4,5 - 5)
- сильнокисла (5,1 - 5,5)
- близька до нейтральна та нейтральна (5,6 - 7)
- слаболужна (7,1 - 7,5)
- розмиті ґрунти та виходи корінних порід

— межі ґрунтових відмін

Примітка: Шифр ґрунтів поданий згідно номенклатурного списку агропромислових груп ґрунтів України.

*Рис. К. Карта "Реакція ґрунтового розчину ґрунтів
Кременецького району Тернопільської області".*

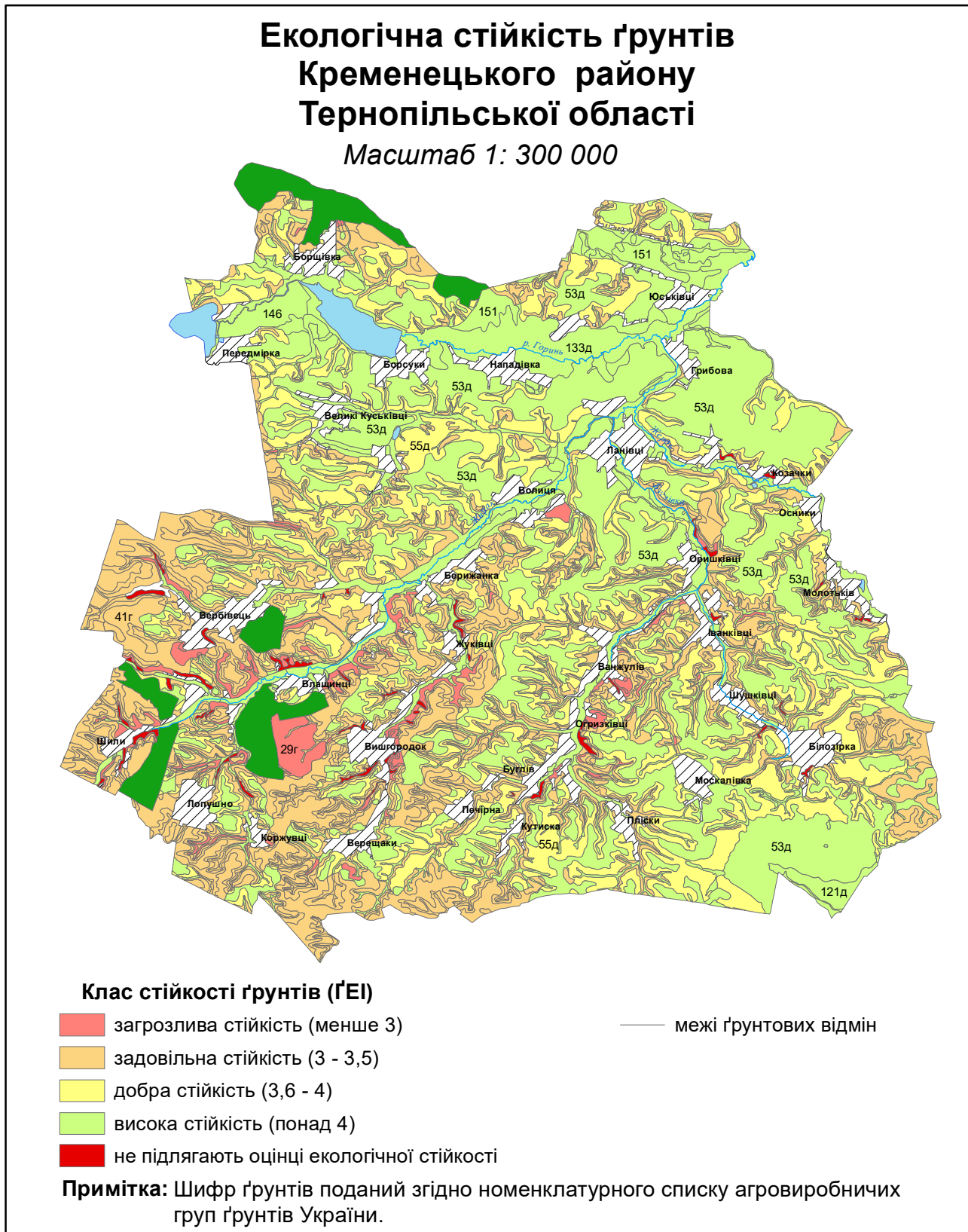


Рис. М. Карта "Екологічна стійкість ґрунтів Кременецького району Тернопільської області".

ДОДАТОК Н

Характеристики ґрунтів Кременецького району Тернопільської області

Назви типу ґрунту	Шифр типу ґрунту, згідно з номенклатурою	Ступінь змитості	Шифр ґрунтових відмін, згідно з номенклатурним списком агропромислових ґрунтів України	Гранулометричний склад	Ґрунтоутвірна порода	Потужність ґумусового горизонту, см	Вміст ґумусу,	Сума увібраних основ, г-екв. на 100 г ґрунту	Ґрунтово-екологічні індекси
Сірі лісові	29г	Незмиті	29г	Легкосуглинковий	Лесовидні суглинки				2,97
	29г	Середньозмиті	38г	Легкосуглинковий	Лесовидні суглинки				2,72
Чорноземи опідзолені	41г	Незмиті	41г	Легкосуглинковий	Лесовидні суглинки				3,45
	41г	Слабозмиті		Легкосуглинковий	Лесовидні суглинки				3,20
	41г	Середньозмиті		Легкосуглинковий	Лесовидні суглинки				3,05
	41г	Сильнозмиті		Легкосуглинковий	Лесовидні суглинки				2,90
	41г	Намиті	208г	Легкосуглинковий та середньосуглинковий	Лесовидний делювій				3,30

Продовження додатку Н

	53д	Незмиті	53д	Грубопилувато-середньосуглинковий	Лесовидні суглинки					4,32
Чорноземи типові	53д	Слабозмиті	55д	Грубопилувато-середньосуглинковий	Лесовидні суглинки					
	53д	Середньозмиті	56д	Грубопилувато-середньосуглинковий	Лесовидні суглинки					
	53д	Сильнозмиті	57д	Грубопилувато-середньосуглинковий	Лесовидні суглинки					
	53д	Намиті	209д	Грубопилувато-середньосуглинковий	Лесовидний делювій					
	121д		121д	Середньосуглинковий	Лесовидні суглинки					
Лучні	133д		133д	Грубопилувато-середньосуглинковий	Делювіально-алювіальних відклади					
Лучно-болотні	142д		142д	Грубопилувато-середньосуглинковий	Алювіально-делювіальні відклади					
Торфowo-болотні				Не визначався	Алювіально-делювіальні відклади					
Торфовища низинні				Не визначався	Алювіально-делювіальні відклади					
Розмиті ґрунти та виходи корінних порід	217				Не визначається					

ДОДАТОК П

Номенклатурний список агровиробничих груп ґрунтів України

Шифр	Назва ґрунтових відмін згідно номенклатурного списку агровиробничих груп ґрунтів України
29г	Сірі лісові легкосуглинкові незмиті на лесовидних суглинках
38г	Сірі лісові легкосуглинкові середньозмиті на лесовидних суглинках
41г	Чорноземи опідзолені легкосуглинкові незмиті на лесовидних суглинках
49	Чорноземи опідзолені легкосуглинкові слабозмиті на лесовидних суглинках
50	Чорноземи опідзолені легкосуглинкові середньозмиті на лесовидних суглинках
51	Чорноземи опідзолені легкосуглинкові сильнозмиті на лесовидних суглинках
208г	Чорноземи опідзолені легко- та середньосуглинкові намиті на лесовидних суглинках
53д	Чорноземи типові грубопилувато-середньосуглинкові незмиті на лесовидних суглинках
55д	Чорноземи типові грубопилувато-середньосуглинкові слабозмиті на лесовидних суглинках
56д	Чорноземи типові грубопилувато-середньосуглинкові середньозмиті на лесовидних суглинках
57д	Чорноземи типові грубопилувато-середньосуглинкові сильнозмиті на лесовидних суглинках
209д	Чорноземи типові грубопилувато-середньосуглинкові намиті на лесовидному делювії
121д	Лучно-чорноземні середньосуглинкові на лесовидних суглинках
133д	Лучні грубопилувато-середньосуглинкові на делювіально-алювіальних відкладах
142д	Лучно-болотні на алювіально-делювіальних відкладах
146	Торфово-болотні на алювіально-делювіальних відкладах
151	Торфовища низинні середньозольні на алювіально-делювіальних відкладах
217	Розмиті ґрунти та виходи корінних порід