

УДК 528.332

№ держреєстрації 0115U007028

Інв. №:

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

вул. Підгірна 46, м.Ужгород, Закарпатська область, 88000

тел.(0312) 61-33-21, 42-99-89 факс: (0312) 61-33-96

e-mail: official@uzhnu.edu.ua код ЄДРПОУ 02070832



ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор ДВНЗ «УжНУ»

проф. В.І. Смоланка

« » 2020 р.

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
МОДЕЛЮВАННЯ «СТАЛОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ» АДМІНІСТРАТИВНО-
ТЕРИТОРІАЛЬНИХ УТВОРЕНЬ З ЗАСТОСУВАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ НА
ПРИКЛАДІ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ
(заключний)

Проректор з наукової роботи
д. фіз.- мат. н., проф.

І.П. Студеняк

Начальник НДЧ

К.Л. Ковальчук

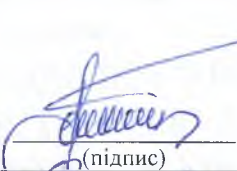
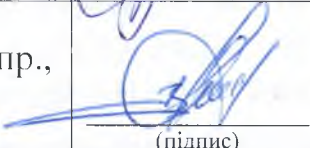
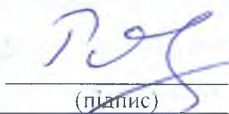

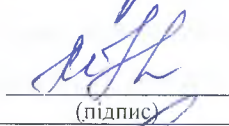
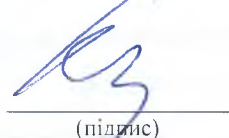
Керівник НДР
к.тех.наук,
декан географічного факультету,
доц.

І.В.Калинич

Рукопис закінчено 10 листопада 2020 р.

Результати роботи розглянуто і схвалено Вченою радою географічного
факультету ДВНЗ «УжНУ», протокол № 4 від 19 листопада 2020 р.

СПИСОК АВТОРІВ

канд. тех. наук, доц.	 (підпис)	Калинич І.В.	Передмова, Вступ, реферат Розділ 1 (п.т. 1.3), Розділ 3 (п.т. 3.1, 3.2)
канд. наук з упр., доц.	 (підпис)	Пересоляк В.Ю.	Вступ, реферат Розділ 1 (п.т. 1.1., 1.2), Розділ 3 (п.т. 3.4)
канд. с.-г., наук, доц.	 (підпис)	Романко В.О.	Розділ 3 (п.т. 3.3)
канд. тех. наук, доц.	 (підпис)	Радиш І.П.	Розділ 2
старший викладач	 (підпис)	Ничвид М.Р.	Розділ 3 (п.т. 3.1, 3.2)
докт. фіз.-мат. наук, проф.	 (підпис)	Дробнич В.Г.	Розділ 3 (п.т. 3.5), Висновки

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 139 ст., 77 посилань, 16 рисунків, 14 таблиць, 9 додатків.

Ключові слова: ГІС, СТАЛЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ, ВИСОКОТОЧНЕ НІВЕЛЮВАННЯ, ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ, ЛІСОВІ РЕСУРСИ, ВОДНІ РЕСУРСИ, ПРИРОДО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД, GPS-ВИМІРЮВАННЯ, КАРСТОУТВОРЕННЯ, ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНІ ДІЛЯНКИ, ГЕОДЕЗИЧНА ОСНОВА, ЕКОЛОГІЧНА МЕРЕЖА, ГІС – МОДЕЛІ, ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ҐРУНТІВ.

Результати виконання проекту та їх наукова новизна.

В результаті виконання науково – дослідної роботи «Моделювання «сталого природокористування» адміністративно – територіальних утворень з застосуванням ГІС-технологій на прикладі Карпатського регіону» отримані наступні результати:

- ✓ Розроблено нову технологію GPS – нівелювання для підвищення точності задач згущення і відновлення геодезичної мережі на зсувонебезпечних ділянках;
- ✓ Розроблено нову комплексну технологію топографо – геодезичних робіт із застосуванням безпілотного літального апарату, GPS – вимірювань і 3D – сканера.
- ✓ Створено нове математичне і методичне забезпечення, необхідне для успішного розвитку сучасних ГІС-моделей “сталого природокористування”.
- ✓ Створено ГІС базу даних екологічної стійкості та антропогенного навантаження адміністративного-територіальної одиниці.
- ✓ Створено нове математичне і методичне забезпечення, необхідне для успішного розвитку сучасних ГІС-моделей “сталого природокористування”.
- ✓ Вперше побудовано ГІС-модель сталого природокористування ареалами їстівних рослин Закарпаття та відповідну геоінформаційну систему, інструментарій якої відкриває можливість розв’язання актуальних наукових, зокрема, медичних задач із використання регіональних рослинних ресурсів.

Публікації. Основні положення наукової роботи опубліковані в наукових виданнях, збірниках наукових праць, матеріалах конференцій в тому числі і міжнародних. За матеріалами дослідження опубліковано 53 наукових праці, з них: 19 статей в наукових фахових виданнях, 7 праць у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз даних Web of Science, Scopus та інших, 27 статті у збірниках матеріалів конференцій.

ЗМІСТ

Список авторів	2
Реферат	3
Зміст	4
Перелік умовних позначень, символів, скорочень і термінів	6
Передмова.....	8
Вступ.....	10
Розділ 1. Аналіз «сталого природокористування» адміністративно-територіальних утворень Карпатського регіону.....	14
1.1. Аналіз «сталого природокористування» адміністративно-територіальних утворень.....	14
1.2. Міжнародний досвід.....	17
1.3. Загальні характеристики об'єкту дослідження.....	22
Розділ 2. Наукові методи та методологія дослідження моделювання «сталого природокористування» адміністративно-територіальних утворень з застосуванням ГІС-технологій.....	35
2.1 .Комплексний підхід моделювання «сталого природокористування».....	35
2.2.Сучасні методи та методологія дослідження моделювання «сталого природокористування» з застосуванням ГІС-технологій.....	54
Розділ 3. Експериментальні дослідження.....	61
3.1 Геологічна вивченість об'єкту досліджень.....	61
3.2. Геодезичне забезпечення об'єкту дослідження.....	65
3.2.1.Створення геодезичної основи.....	67
3.2.2.Аерокосмічні технології дослідження об'єкту за допомогою ГНСС.....	71
3.3.Еколого – агрохімічний моніторинг ґрунтів Ужгородського району Закарпатської області.....	83
3.4. Оцінка екологічного потенціалу земель територіальної одиниці (Ужгородський район).....	94
3.4.1.Перелік елементів екологічної мережі Ужгородського району.....	94
3.4.2. Класифікація придатності земель.....	99
3.4.3.Природно-сільськогосподарське районування досліджуваної території.....	101
3.4.4. Визначення екологічної стабільності сільськогосподарських земель.....	103
3.4.5. Елементарна ландшафтно-екологічна територіальна одиниця.....	107
3.4.6. Проектні пропозиції щодо підвищення екологічної стійкості територіальні одиниці.....	108
3.5. Розробка ГІС-моделі об'єкту дослідження.....	112

3.5.1. Створення макету геоінформаційної системи, придатного для розвитку на його основі ГІС-моделей “сталого природокористування” стосовно регіональних об’єктів різних категорій.....	113
3.5.2. Забезпечення теоретичних і методичних можливостей розробки територіальних ГІС-моделей “сталого природокористування”.....	113
3.5.3. Отримання і впровадження в базу даних геоінформаційної системи відомостей, достатніх для побудови актуальної ГІС-моделі природокористування ареалами їстівних рослин Закарпаття.....	125
3.5.4. Розвиток ГІС-моделі природокористування ареалами їстівних рослин Закарпаття.....	127
ВИСНОВКИ.....	132
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	133
ДОДАТКИ.....	140

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І
ТЕРМІНІВ**

№ п/п	Скорочення	Розшифровка скорочення	Український переклад
1	EGG97	European Gravitational Geoid 1997	Європейський квазігеоїд 1997 р.
2	GNSS	Global Navigation Satellite System	Узагальнена назва глобальних навігаційних супутникових систем
3	GPS	Global Positioning System	Глобальна система визначення місцеположення
4	WGS84	World Geodetic System 1984	Світова геодезична система 1984
5	ГІС		Географічні інформаційні системи
6.	БПЛА		Беспілотні літальні апарати
7	ITRF 2000	International Terrestrial Reference System	Реалізація міжнародної Земної референційної системи
8	GUI	graphical user interface	інтерфейс користувача
9	ЦМР		Цифрова модель рельєфу
10	DiNi 22		Цифровий нівелір з середньоквадратичною похибкою 2.2 мм
11	УСК-2000		Українська державна система координат 2000
12	СК 63		Система координат 1963
13	«Digitals»		Програмне забезпечення
14	Agisoft Photoscan.		Програмне забезпечення
15	PS		Метод інтерферометричної обробки даних
16	SBAS		Метод інтерферометричної обробки даних
17	ДГМ		Державна геодезична мережа
18	ГУГК		Головне управління геодезії та картографії
19	SAR		радарної диференційної інтерферометрії
20	СКП		Середня квадратична помилка

21	ПВП		Планово - висотна підготовка
22	ЕЛЕТО		Елеметарна ландшафтно-екологічна одиниця
23	Кф. е.н.		Коефіцієнт екологічного навантаження
24	Кф.а.н		Коефіцієнти антропогенного навантаження

ПЕРЕДМОВА

Суспільно-політичні й економічні трансформації в Україні, усе більша її інтегрованість у світовий економічний простір зумовлюють нові погляди на цілі та механізми суспільного розвитку, характер виробничих відносин у різних сферах господарського життя, роль і місце ресурсних факторів у процесі виробництва, забезпечення належних умов життєдіяльності людей. Нові погляди стосуються і такої важливої сфери забезпечення життєдіяльності соціуму, як природокористування.

Загальноприйнята світовим співтовариством концепція сталого розвитку, з якою пов'язується майбутнє людства, не лише розглядає природну складову як головну поряд з соціальною та економічною компонентами людського розвитку, а й вимагає стосовно неї цілої низки обмежень, спрямованих на недопущення деструктивних змін у навколишньому природному середовищі, невиснажливе використання природних ресурсів.

Забезпечення принципів сталого розвитку, попри їх універсальність, має свої відмінності у різних частинах світу, країнах і регіонах, оскільки не може не враховувати особливості кожної території, включаючи їх природні особливості та специфіку природно-ресурсного потенціалу.

Свої специфічні особливості притаманні гірським регіонам світу. Протягом двох десятиліть з часу офіційного визнання на Конференції ООН в Ріо-де-Жанейро у 1992 р. концепції сталого розвитку як дороговказу у майбутнє чимало зусиль науки, органів влади, громадськості зосереджувалося на питаннях сталого регіонального розвитку гірських територій, включаючи регіон Карпат. Результатом цього стало підписання міжнародної Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат (Карпатська конвенція), ратифікованої Україною згідно із Законом № 1672–IV від 07.04.2004 р., прийняття за активної участі української сторони Резолюції 315 (2010) та Рекомендації 296 (2010) Конгресу місцевих та регіональних влад Ради Європи «Сталий розвиток гірських регіонів і досвід Карпатських гір». Ці та інші документи фактично засвідчують потребу в особливому підході до питань соціально-економічного розвитку та забезпечення екологічної стабільності гірських регіонів, виробленні окремої політики стосовно гірських територій (гірської політики) у складі загальнодержавної політики і стратегії розвитку. Необхідність такого підходу зумовлена важливою природною і культурною спадщиною, яку зберігають гірські регіони, особливою вразливістю природи гір до господарського втручання, а також тим, що гори є місцем проживання численних мешканців, для яких задоволення економічних і соціальних потреб досягається значно складніше, ніж для мешканців рівнин.

Для Карпатського регіону України, який включає територію Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської та Чернівецької областей площею 5660,7 тис. га (9,4% території держави) і є справжньою природною перлиною нашої країни, де зосереджено 22% лісів, 26% земель природо-заповідного фонду, формується 36% водних ресурсів річкового стоку, розташовано 42% унікальних і рідкісних родовищ підземних мінеральних вод, притаманні несприятливі природно-господарські особливості: низькі питомі показники забезпечення орними землями, погіршена транспортна доступність, ускладнені для господарювання кліматичні й гідрологічні умови. Переважно вони зумовили те, що гірські території поступаються рівнинним за рівнем економічного розвитку. В умовах відкритого ринку праці таке становище призводить до депопуляційних тенденцій і ставить під загрозу збереження своєрідного етнокультурного середовища гір.

У Карпатському регіоні України спостерігається активізація екологічно несприятливих явищ – загрозливі й катастрофічні паводки, ерозія ґрунтів, забруднення поверхневих і підземних вод, вітровали, ураження лісів шкідниками та хворобами. Не оптимальною через значне зменшення покритої лісом площі є структура земельного фонду. Разом з тим, Карпатський регіон України володіє вагомим потенціалом для подальшого розвитку, включаючи природно-ресурсний. Завданням цього дослідження є розкриття особливостей екологічного стану території Карпатського регіону України та шляхів його поліпшення, характеристика природно-ресурсного потенціалу, визначення економічних результатів та оцінка перспективних можливостей його використання задля досягнення цілей сталого розвитку регіону [1].

ВСТУП

На сьогодні географічні інформаційні системи (ГІС) є найбільш ефективним інструментом пізнання й опису географічного середовища, що постійно змінюється. Ці системи використовуються для рішення багатьох практичних завдань, пов'язаних, так чи інакше, з просторово–розподільними даними, які використовуються для забезпечення екологічної безпеки й стійкого розвитку регіонів.

Географічні інформаційні системи можуть використовуватися в таких областях, як:

- аналіз даних екологічного моніторингу;
- створення цифрових карт, що демонструють стан навколишнього середовища;
- аналіз змін, що відбулися в досліджуваному регіоні;
- прогнозування наслідків прийняття тих або інших господарських рішень.

Особливість використання ГІС–технологій у завданнях екологічної безпеки визначається тим, що відомості, використовувані для підтримки прийняття рішень в області природоохоронної діяльності, надзвичайно різноманітні й, як правило, включають:

- дані дистанційного (супутникового) моніторингу;
- дані підсупутникових спостережень, отриманих за допомогою локальних методів моніторингу, наприклад, з борта дослідницького судна;
- дані офіційної статистики й архівні дані.

У розвинених країнах ГІС використовують надзвичайно широко, у нас же усвідомлення їхнього потенціалу тільки починається. Останнім часом спостерігається усе більш активне використання ГІС–технологій у нафтовій галузі, а також у геологорозвідці. Однак можливості використання ГІС цим, безумовно, не обмежуються.

Будь-яка галузь, що має розподілену на деякій території мережу виробництва або послуг, стає зацікавленою у використанні ГІС–технологій для підвищення ефективності своєї діяльності. Величезне значення ці системи відіграють при вирішенні різноманітних екологічних завдань.

Крім того, останнім часом при прогнозуванні наслідків господарської діяльності й природних катастроф всі частіше використовують результати математичного моделювання. Різноманітність типів використаних даних (векторні й растрові просторові дані, а також численні таблиці) приводить до необхідності використання різноманітного інструментарію. Тому для рішення

завдань моделювання сталого природокористування рівною мірою необхідні растрові й векторні ГІС.

За останні десятиліття в Карпатському єврореґіоні почастишали випадки екологічних катастроф. Території із спостережуваними деформаціями земної поверхні (останні геотектонічні рухи, зсуви) зустрічаються у відносно густонаселених районах, у промислових, сільськогосподарських, міських рекреаційних районах, а також у ландшафтах із різним рівнем охорони природи. Будь-які поверхневі переміщення через небезпечні процеси можуть руйнувати структури різних типів на земній поверхні, загрожувати життю та майну людини та серйозно впливати на успіх охорони навколишнього середовища. Через зміни клімату Карпатському регіону дедалі більше загрожують раптові та сильні метеорологічні явища (сильні опади, снігопади, зсуви та грязі), що спричиняють сильні повені, які загрожують населенню та економіці.

Виходячи із ситуації, яка склалася з соціально-економіко-екологічним розвитком природокористування, актуальним завданням є створення науково обґрунтованої моделі комплексного природокористування. Це має стати одним із пріоритетів еколого-економічного та соціального розвитку України, важливим напрямом державної політики в галузі охорони навколишнього природного середовища, економіки та вирішення соціальних питань, суттєвим фактором збалансованого розвитку природокористування. Саме розробленню еколого-економічних засад «сталого природокористування» у Карпатському регіоні з застосуванням ГІС-технологій і присвячене дане наукове дослідження, що свідчить про його актуальність та своєчасність.

Вибір теми дослідження обумовлений перспективністю використання ГІС-технологій для прийняття інженерних та управлінських рішень.

Мета і задачі науково -дослідної роботи.

Мета і завдання: ***Основною метою*** дослідження є забезпечення можливостей та безпосереднє здійснення ГІС-моделювання сталого природокористування для регіональних адміністративно-територіальних утворень шляхом а) створення однорідної планово – висотної основи за даними супутникових вимірювань та відповідних модифікацій сучасних моделей в єдиній державній системі; б) розробки й застосування новітніх методів і технологій визначення рухів на екзогенних та техногенних ділянках гірських місцевостей; в) продовження карстомоніторингу, розпочатого в 1995 р.; г) обстеження, аналізу стану та визначення екологічного потенціалу земель і г) побудови конкретних ГІС-моделей сталого природокористування.

Об'єкт дослідження: адміністративно – територіальні утворення гірської та низинної частин Карпатського регіону.

Предмет дослідження: процес сталого природокористування адміністративно – територіальними утвореннями Закарпатської області.

Для досягнення поставленої мети в роботі *розв'язувались такі задачі:*

- проведення аналізу сучасного стану висотної основи;
- створення планово – висотної основи із використанням сучасних геодезичних технологій;
- проведення експериментальних досліджень і моніторингу із застосуванням сучасних методів спостереження за карстоутвореннями на об'єктах Тячівського і Рахівського районів Закарпатської області;
- впровадження результатів дослідження у топографо – геодезичну практику.
- проведення еколого – агрохімічного моніторингу ґрунтів та визначення екологічного потенціалу земель в низинній частині Закарпатської області;
- побудови конкретних ГІС-моделей сталого природокористування.

Наукова новизна одержаних результатів:

- ✓ Розроблено нову технологію GPS – нівелювання для підвищення точності задач згущення і відновлення геодезичної мережі на зсувонебезпечних ділянках;
- ✓ Вперше проведено експериментальний аналіз створення планово – висотної основи на об'єктах сучасних карстоутворень та ділянках екзогенних процесів в селах Солотвино та Біла Церква Тячівського району та с. Ділове Рахівського району Закарпатської області.
- ✓ Розроблено нову комплексну технологію топографо – геодезичних робіт із застосуванням безпілотного літального апарату, GPS – вимірювань і 3D – сканера.
- ✓ Створено нове математичне і методичне забезпечення, необхідне для успішного розвитку сучасних ГІС-моделей “сталого природокористування”.
- ✓ Створено ГІС базу даних екологічної стійкості та антропогенного навантаження адміністративного-територіальної одиниці
- ✓ Вперше побудовано ГІС-модель сталого природокористування ареалами їстівних рослин Закарпаття та відповідну геоінформаційну систему, інструментарій якої відкриває можливість розв'язання актуальних наукових, зокрема, медичних задач із використання регіональних рослинних ресурсів.
- ✓ Вперше створено регіональну математичну модель визначення вмісту різних хімічних елементів в їстівних рослинах.

Практичне значення одержаних результатів полягає в доведенні можливості створення однорідної планово – висотної основи за даними супутникових вимірювань та відповідних модифікацій сучасних моделей в єдиній державній системі; створено методику комплексного визначення рухів на екзогенних та техногенних ділянках місцевості в гірських районах з використанням новітніх технологій.

Останнє дає можливість оперативного створення планово – висотної основи необхідної точності у необхідній референцній системі при розв’язанні низки задач прикладної геодезії з використанням супутникових технологій, БПЛА та 3D сканера для спостереженнями на об’єктах сучасних екзогенних та техногенних процесів.

В результаті на території об’єктів Солотвино, Біла Церква та Ділове методами GPS, 3D та аерофотознімання в комплексі з високоточним нівелюванням створено нову високоточну каркасну геодезичну мережу. Побудована мережа має високу точність пунктів не тільки в плані, але й по висоті, а також з субсантиметровою точністю узгоджується з реалізацією міжнародної системи координат ITRF 2000 і може бути використана для передачі координат і висот у державну референцну систему.

Апробація результатів роботи. Результати наукового дослідження використовувались в програмі транскордонного співробітництва Європейського інструмента сусідства Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна 2014-2020 **Реєстраційний номер:** HUSKROUA/1702/8.1/0065 **Назва проєкту:** «Розширення діючої «Системи космічного захисту від надзвичайних ситуацій» у напрямку моніторингу небезпечних природних та техногенних геопроцесів на транскордонній території Угорщини, Словаччини, Румунії та України», а також доповідались та обговорювались на: Міжнародних наукових, міжнародних науково – технічних конференціях у 2016, 2017, 2018, 2019 роках та на вітчизняних конференціях 2016 - 2020 роках.

Публікації. Основні положення наукової роботи опубліковані в наукових виданнях, збірниках наукових праць, матеріалах конференцій в тому числі і міжнародних. За матеріалами дослідження опубліковано 53 наукових праці, з них: 19 статей в наукових фахових виданнях, 7 праць у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз даних Web of Science, Scopus та інших, 27 статті у збірниках матеріалів конференцій.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ «СТАЛОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ» АДМІНІСТРАТИВНО – ТЕРИТОРІАЛЬНИХ УТВОРЕНЬ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ.

1.1. Аналіз «сталого природокористування» адміністративно-територіальних утворень

Аспекти «сталого природокористування» на сучасному етапі розвитку суспільства є вкрай важливим, хоча суперечливим і ексцентричним. Цей процес можливий лише тоді, коли економічне зростання, матеріальне виробництво та споживання, інші види суспільної діяльності відбуваються в межах, визначених здатністю екологічних систем до відновлення. Концептуальними засадами розвитку «сталого природокористування» передусім передбачається екологізація економіки. Модель «сталого природокористування», як і будь-яка модель, є системою інтегрованих компонентів збалансованого соціально-економічного та екологічного зростання. Згідно з визначенням сутності поняття «стале природокористування» та розвиток суспільства спрямовані на задоволення потреб сучасного людства без шкоди майбутнім поколінням. Базовими умовами «сталого природокористування» є забезпечення:

- економічний розвиток, що підтримується на основі ринкової системи управління;
- природно-екологічної стійкості на базі біотичної регуляції навколишнього довкілля;
- тісної міжнародної співпраці та кооперації для досягнення цілей стійкого розвитку;
- стійкого соціального розвитку на основі принципу справедливості;
- екологізації суспільної свідомості, що ґрунтується на використанні системи освіти та засобів масової інформації.

Базовими умови «сталого природокористування» передбачається перехід від стихійного до керованого процесу. З огляду на зазначене, модель «сталого природокористування» повинна базуватися на таких основних положеннях:

- у центрі уваги мають бути люди та їх право на здорове й плідне життя в гармонії з природою;
- охорона довкілля повинна стати невіддільним компонентом процесу розвитку, що не може розглядатися окремо від іншого;
- задоволення потреб у розвитку й збереженні навколишнього середовища;

- розвиток і збереження довкілля мають поширюватися не тільки на нинішнє, а й майбутнє покоління;
- зменшення розриву між життєвим рівнем у різних країнах та подолання бідності належать до найважливіших завдань світової спільноти;
- для досягнення сталого розвитку держави слід вилучати або обмежувати моделі виробництва та споживання, які йому не сприяють.

Серед основних чинників, що забезпечують «стале природокористування», можна виділити такі:

- екологічний – визначає умови й межі відновлення екологічних систем унаслідок їх експлуатації;
- економічний – передбачає формування економічної системи, гармонізованої з екологічним чинником розвитку;
- соціальний – утверджує право людини на високий життєвий рівень в умовах екологічної безпеки й благополуччя.[2]

В Україні проблема сталого розвитку обговорюється достатньо давно. З 1986 року сформовано значний науковий доробок, який заклав підґрунтя для нових орієнтирів розвитку країни на засадах екологізації економіки. Відповідно до наукових розробок Інституту землеустрою УААН співвідношення між трьома групами земель: агроландшафтна (землі сільськогосподарського призначення), середовищестабілізуюча (землі лісового та водного фонду, природно-заповідного, природоохоронного, рекреаційного призначення) і селітебна (землі житлової та громадської забудови, промисловості, транспорту, зв'язку, оборони) – для рівнинної частини України прийнято 45-50:30-35:15-20%, для гірських територій – 20-35:50-60:15-20%. Утім, аналіз ситуації виявив, що поза увагою залишається насамперед швидкість змін, яку несе сучасне суспільство, скільки власне людина, що змінюється. Це можливо простежити у процесі аналізу динаміки пріоритетів, які перед собою ставило прогресивне людство. [43]

Протягом невеликого періоду часу пріоритети змінювались три рази:

Вперше, на міжнародній конференції у Стокгольмі (1972 р.) головною проблемою було визнано забруднення повітря в навколишньому середовищі.[5]

В 1982 р на конференції в Найробі зробили акценти на пріоритетності збереження біорозмаїття[6]

В 1992 р., на міжнародній конференції у Ріо-де-Жанейро, парадигмою визначили - забезпечення сталого розвитку. Згодом процес визначення стратегічних тенденцій розвитку суспільства призупинився, незважаючи на абсолютно нові реалії сьогодення, у першу чергу такі, як системна криза світової економіки останнього десятиліття. В 2002 р. у Йоганнесбурзі констатувалося, що ідея сталого розвитку за десятиліття не була повною мірою реалізована в

практичній діяльності. Наявність значних глобальних суперечностей, насамперед зростання соціальної напруги у світі й потужні військові конфлікти останніх років за участю США, Росії, Великої Британії, Франції та інших країн світу, доводять, що в рамках концепції сталого розвитку не зроблено акцент на людину, а саме міжособистісні відносини щодо використання обмежених екологічних та інших ресурсів, зокрема палива й стратегічного життєвого екологічного простору. [2]

В результаті еволюції ідей сталості в галузі забезпечення економічних, екологічних та соціальних обов'язків сталого розвитку системи світової економіки науковцями було виділено п'ять основних стратегічних тенденцій:

1) людство здатне надати розвитку стійкого і довгострокового характеру з тим, щоб він відповідав сучасним суспільним потребам, не позбавляючи при цьому майбутні покоління можливості задовольняти власні потреби;

2) існуючі обмеження в галузі експлуатації природних ресурсів відносні, вони пов'язані з сучасним рівнем техніки і соціальних організацій, а також здатністю біосфери долати наслідки людської діяльності;

3) необхідно задовольнити елементарні потреби людей і дати змогу реалізувати сподівання на більш благополучне життя, без чого сталий і довгостроковий розвиток просто неможливий;

4) слід узгодити спосіб життя тих, хто володіє більшою кількістю засобів (грошових і матеріальних), та екологічні можливості планети, зокрема щодо споживання енергії;

5) розміри і темпи зростання кількості населення повинні узгоджуватися зі змінним продуктивним потенціалом глобальної екосистеми Землі.

Проаналізувавши співвідношення агроландшафтних, селітебних, середовищестабілізуючих з урахуванням лісовкритих територій прийшли більшість країн Західної Європи (Польща – розораність території складає 46 %; Франція – 33 %; ФРН – 33 %; Болгарія – 34,4 %; Італія – 31 %), де процеси деградації ландшафтів майже зупинені.[43]

1.2. Міжнародний досвід

Конференція Організації Об'єднаних Націй зі сталого розвитку «Ріо+20» відбулася 20–22 червня 2012 р. в Ріо-де-Жанейро (Бразилія) через двадцять років після історичної зустрічі на вищому рівні «Планета Земля» 1992 року в тому ж місті. На цьому саміті було обговорено важливі аспекти та завдання створення інноваційних інституціональних засад господарювання, зокрема «зеленої» економіки, сталого розвитку й подолання бідності. Пропонувалися методи вирішення багатьох проблемних питань у царині сталого розвитку, включаючи виклики, пов'язані з розвитком міст, енергією, водою, продовольством й екосистемами, а саме океанського простору. Основним результатом Конференції став документ «Майбутнє, якого ми прагнемо». У ньому голови більшості (192) держав світу підтвердили свою загальну прихильність політиці сталого розвитку й заявили про наміри сприяння стійкому майбутньому шляхом забезпечення інституціональних перетворень та боротьби з бідністю, що були головними проблемними питаннями «Ріо+20». Серед іншого, запропоновано кроки щодо вдосконалення інституціональних засад сталого розвитку та визначення першочергових і стратегічних завдань у боротьбі з бідністю. На саміті також підтримано Програму ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) у частині надання цій організації в майбутньому певного статусу провідного глобального природоохоронного органу. У документах «Ріо+20» було викладено вісім ключових рекомендацій щодо організаційної роботи ЮНЕП, включаючи зміцнення його управління за допомогою універсального членства та збільшення фінансових ресурсів.[7] Окрім того, на саміті значна увага приділялася вимірюванню багатства, зокрема природного, та запровадженню індикаторів сталого розвитку, які охоплюють у тому числі екологічні й соціальні фактори. Усі країни підтвердили зобов'язання щодо поетапної відмови від субсидій на викопне паливо. Проте окремі проблеми, винесені на обговорення саміту, залишилися невирішеними, зокрема не було ухвалене рішення щодо захисту біорізноманіття в міжнародних водах.[4]

У результаті визначено, що подальше втілення в життя проголошених принципів саміту «Ріо+20» передбачає реалізацію таких заходів, як:

- перехід до більш безпечних для екології моделей економіки із зосередженням уваги на подоланні бідності;
- більш широке використання відновлювальних джерел енергії, що дозволить істотно скоротити викиди вуглецю й масштаби забруднення середовища життя, одночасно сприяючи економічному зростанню;
- захист океанів від вилову риби, руйнування морських екосистем і негативного впливу зміни клімату;

- раціональна облаштованість міст і створення в них більш сприятливих умов для життя;
- більш ефективне управління лісовими ресурсами, що сприятиме скороченню масштабів знеліснення удвічі до 2030 року та дасть змогу уникнути, за нашими оцінками, збитку в 3,7 трлн дол. США від зміни клімату в результаті викиду парникових газів; збереження біорізноманіття; збільшення чистої води й виробництва медичних препаратів, забезпечуваних лісами;
- поліпшення способів збереження й управління водними ресурсами з метою сприяння розвитку й захисту від опустелювання [7].

У підсумку на саміті уряди країн, бізнес-структури, громадські організації й університети представили понад 690 нових цілей і проектів у сфері сталого розвитку й «зеленої» економіки. У цілому Конференція «Ріо+20» була досить результативною, хоча країнам не вдалося повністю закріпити та розширити принципи декларації «Ріо-92», зокрема в частині інституціональних змін у господарюванні. Багато рішень за своєю сутністю залишилися декларативними, а отже, потребували детального опрацювання для впровадження в господарську практику вже на національному рівні. Усі питання сталого розвитку є доволі актуальними для України. Неузгодженість темпів економічного піднесення і вимог екологічної безпеки, домінування природомістких галузей з високою питомою вагою ресурсо- та енергомістких застарілих технологій, сировинна орієнтація експорту, мілітаризація виробництва, відсутність культури праці та споживання тощо призвели до формування техногенного типу економічного розвитку. Як наслідок, нині антропогенне навантаження на природу наближається (а в окремих регіонах України вже наблизилося) до граничної межі її екологічної стійкості. За нею розпочинаються кризові та катастрофічні зміни в природі, що негативно впливає на життєдіяльність людини і суспільства. Для оновлення ціннісних орієнтирів сталого розвитку виникає потреба в розробленні інноваційних підходів, які стануть поштовхом до реалізації відповідної концепції в наступні десятиліття. Слід підкреслити, що для цього є всі передумови, оскільки в Ріо-де-Жанейро наголошувалося на відповідальності національних урядів за реалізацію Порядку денного на XXI століття. Ця позиція в широкому аспекті передбачає у контексті нових світових тенденцій сталого розвитку визначення загальнодержавних і регіональних особливостей, напрямів і засобів забезпечення, що, у свою чергу, потребує креативних підходів до вибору шляхів системного розв'язання складних питань сталості в Україні. Підсумовуючи історичний шлях міжнародного співтовариства та України до розуміння важливості екологічного чинника суспільного розвитку, слід зазначити, що цей фактор у подальшій історичній перспективі розглядається в

тісному взаємозв'язку з економічним і соціальним. А це означає, що майбутнє саме за сталим і збалансованим розвитком суспільства. Й хоча основні документи Ріо-конференції та саміту в Йоганнесбурзі, що стосувалися сталого розвитку, містили низку суперечностей, рішення, ухвалені на них, мають дуже важливе значення, оскільки вони закріплюють принципи глобальної й 13 узгодженої співпраці країн стосовно комплексного системного розв'язання світових екологічних та економічних проблем. Вагомість ідеї сталого розвитку обумовлена тим, що вона відображає й одночасно спонукає приховану зміну в нашому баченні взаємозв'язку між економічною діяльністю людей і природним світом – замкненою екосистемою, що має скінченні матеріальні ресурси і не може збільшуватися. Така зміна приводить до переходу від економічного принципу кількісного зростання до якісного поліпшення (розвитку) як наряду майбутнього прогресу. Йдеться про те, як зазначає Г. Дейлі, що фізичне зростання повинно припинитися, тоді як якісне – триватиме¹. Наведене висловлювання, на нашу думку, є цілком слушним.[6]

Основним поштовхом до розробки стратегічних документів, які визначають засади сталого розвитку у світовому масштабі, став Саміт Землі та прийнятий «Порядок денний на XXI століття» 1992 р. Водночас для країн Європи найбільш впливовими при підготовці стратегій були рішення конференцій міністрів охорони навколишнього середовища Європи в рамках процесу «Довкілля для Європи». Зокрема, на конференції в Люцерні 1993 року прийнято «Екологічну програму дій для Центральної та Східної Європи», відповідно до якої країни мали розробити національні екологічні плани дій. Важливу роль у формуванні екологічних стратегічних документів нині відграють регіональні організації та форуми, наприклад ОЕСР, ЄС, Рада міністрів скандинавських країн, які формулюють основні напрями сталого розвитку країн-членів. Сьогодні майже всі держави світу мають той чи інший варіант документа, який окреслює засади сталого розвитку. Втім, це не означає, що вони є дієвими та інтегрованими в життя суспільства. На основі аналізу розроблення та впровадження стратегічних документів, що визначають засади сталого розвитку окремих зарубіжних країн, можна виділити кілька тенденцій і груп держав. Так, у країнах, які в основному географічно належать до Європейського континенту і є членами ОЕСР та ЄС, національні стратегічні документи були підготовлені ще на початку–в середині 1990-х рр., хоча до цього часу екологічна політика вже займала важливу частину їхнього життя. Аналіз стратегічних екологічних планів дій зі сталого розвитку понад десяти зарубіжних країн показав, що вони мають не лише низку спільних характеристик, але й відмінності, обумовлені національними особливостями, впливом внутрішніх (наявні природні, людські, фінансові ресурси й проблеми, що потребують вирішення) та зовнішніх

(міжнародні процеси) чинників. Слід зазначити, що питання наявності великої кількості завдань та цілей за умов обмежених ресурсів (фінансових, людських, інституційних тощо) вирішується шляхом встановлення пріоритетів та критеріїв для їх формування. Так, наприклад, відбулося у Великобританії, Нідерландах, Польщі, Туреччині. Одним зі шляхів підвищення якості розв'язання зазначених завдань та реалізації цілей екологічної політики є процеси децентралізації. Досвід європейських держав свідчить про постійну, динамічну, різнорівневу діяльність з удосконалення децентралізації управління у сфері екологічної політики. Так, наприклад, в Іспанії, незважаючи на досить високий рівень децентралізації із диференційованим розподілом повноважень для різних територіальних суб'єктів, у 2013 році було ухвалено черговий документ, спрямований на поглиблення реформування організації та компетенції місцевих органів влади й провінцій, а саме Закон про раціоналізацію та сталість місцевої адміністрації (The Law on Rationalisation and Sustainability of the Local Administration). Для Польщі, де процес децентралізації розпочався ще наприкінці минулого тисячоліття, черговим випробуванням стало пов'язане зі вступом до ЄС підвищення екологічних стандартів. Посилення вимог до сфери обов'язків, включаючи планування, контроль і зобов'язання щодо подання доповідей національного рівня, мало враховувати принципи самоврядування та участь громадськості в процесі ухвалення рішень. Всі ці фактори ускладнили функціонування адміністративної системи й підвищили необхідність ефективної співпраці по горизонталі та вертикалі. Децентралізація обумовлює постійний розвиток системи різноманітних інституцій як на загальнодержавному, так і регіональному рівнях, що є необхідними для координації різних сфер природоохоронної діяльності у країні, потребуючи, у свою чергу, збільшення обсягів фінансування. Необхідними є розроблення та запровадження механізмів попередження конфліктів, зокрема при подоланні простих суперечностей або дублюванні функцій між різними рівнями влади, що призводить до перевантаження судової системи; визначення екологічних цілей та нормативів для автономних утворень, оскільки центральна влада не завжди враховує аналіз затрат і вигід тощо. Незважаючи на досить розгалужену нормативно-правову базу, навіть у європейських країнах практична реалізація децентралізації цих процесів ускладнюється через низький рівень спроможності здійснювати публічне управління, зокрема недостатній обсяг фінансування, відсутність кадрового ресурсу тощо. В цьому аспекті показовим є, наприклад, досвід Чорногорії, де у 2008 році було ухвалено низку нормативно-правових актів, які розширювали повноваження та зобов'язання органів місцевого самоврядування у сфері охорони навколишнього природного середовища. Серед них, зокрема, такі: підготовка кожні чотири роки доповідей про стан навколишнього

середовища на відповідній території; ведення місцевого реєстру забруднювачів довкілля; розробка та ухвалення планів дій щодо збереження місцевого біорізноманіття, управління відходами, енергетичних проектів тощо. На практиці ж реалізація задекларованих зобов'язань постійно стримується через відсутність достатніх обсягів фінансування та кадрового ресурсу. Крім обов'язкових, зазначеними актами органам місцевого самоврядування було надано право ініціювати за 15 власним рішенням окремі завдання екологічного спрямування, зокрема, впроваджувати програми екологічного моніторингу території та вводити місцеві екологічні податки для забезпечення фінансування заходів з охорони навколишнього природного середовища. При цьому існує прецедент, коли у 2010 році Конституційний Суд країни визнав недійсним рішення органів місцевого самоуправління міста Плевлі про впровадження екологічного податку як таке, що не відповідає специфіці й потребам громади.[3]

Поряд з позитивними аспектами децентралізована система створює окремі проблеми екологічного управління, особливо в питаннях, що потребують загальнодержавного підходу, зокрема збору та систематизації інформації про стан навколишнього природного середовища, охорони й раціонального використання природних об'єктів, розташованих у межах кількох автономних територій, тощо. Особливої уваги потребує чіткий розподіл повноважень між різними рівнями влади, загальнодержавний та регіональний розвиток інституцій для координації природоохоронної діяльності.

1.3. Загальні характеристики об'єкту дослідження

Закарпатська область є однією з наймолодших областей України – вона утворена у січні 1946 року. Унікальне геополітичне розташування на перехресті міжнародних транспортних, економічних, торговельних, культурних шляхів сприяє розвитку і подальшому поглибленню всебічного міждержавного співробітництва, відводить важливу роль регіону в інтеграцію України в європейські структури.

Область на північному сході, сході і південному сході межує з Львівською та Івано-Франківською областями. На північному заході, заході і півдні кордони області співпадають з державним кордоном України загальною протяжністю 467,3 км, у тому числі з Угорщиною – 130,0 км, Румунією – 205,4 км, Словаччиною – 98,5 км і Польщею – 33,4 км. В області діє 19 пунктів переходу кордону сусідніх держав. [8]



Рис.1.1. Закарпатська область

Закарпаття розташоване на крайньому південному заході України, є географічним центром Європи. Має різноманітний рельєф та кліматичні умови. Закарпаття – єдина область України, яка розташована за головними Карпатськими хребтами. Це підсилює її транспортну віддаленість від решти території країни, зв'язок з якою можливий лише через перевали. Найбільше значення серед них мають Ужоцький (абсолютна висота 889 м), Верецький або Ворітський (839 м), Воловецький або Бескидський (1014 м), Торунський (930 м) разом з Вишківським (941 м) та Яблунецький, або Татарський (931 м).

Закарпатська область знаходиться в межах двох великих фізико-географічних одиниць – Карпатської гірської (4/5 території) та Закарпатської

низовинної. Якщо природні умови останньої (рельєф, клімат, ґрунтово-рослинний покрив тощо) майже всюди сприятливі для господарського освоєння людиною, то в Карпатах найкращі умови для цього мають міжгірні улоговини, долини рік, пологі схили і частково низькогір'я.

Найвища точка України – гора Говерла (2061 м) – знаходиться на території Закарпатської області.

Відстані до столиці України, до обласних центрів регіонів-сусідів та найближчих європейських столиць від обласного центру (м.Ужгород):

до м. Київ – 788 км; до м. Львів – 265 км;

до м. Івано-Франківськ – 295 км; до м. Чернівці – 435 км;

до м. Кошице (Словаччина) – 97 км; до м. Ніредьгаза (Угорщина) – 95 км;

до м. Сату Маре (Румунія) – 150 км; до м. Жешув (Польща) – 315 км.

Площа Закарпаття становить 12,8 тис. км² (2,1 % території України), його населення – 1258,1 тис осіб, що становить менше 3 % (на 1 січня 2019 року) від населення країни.

За даними Всеукраїнського перепису населення 2001 року понад 100 національностей проживає на території регіону. Більшість населення – українці (понад 80 %).

Розташування території області переважно в гірській місцевості (близько 75 % площі) зумовлює наявність специфічних корисних копалин, особливого клімату, спеціалізації сільського господарства тощо. З точки зору ефективності варто наголосити на тому, що сприятливі умови для ведення господарства є на низинній території, а також у міжгірних улоговинах, долинах рік, пологих схилах та частково низькогір'ях Карпат.

Українські Карпати входять в Карпатську гірську систему, яка поєднує одразу шість країн Європи. Гори чітко простягаються із північного заходу на південний схід і в тому ж напрямку збільшується їх висота та крутість схилів.

Переваги географічного розташування регіону (прикордонного, транспортного) поряд із природними особливостями та трудовим потенціалом слід використовувати для ведення діалогу про реалізацію інвестиційних проектів на території області, реалізацію транскордонних інфраструктурних проектів для підвищення його економічного потенціалу та добробуту населення. [8-9]

Адміністративне районування Закарпатської області

За адміністративно-територіальним поділом область включає 13 районів, 11 міст (у тому числі 5 обласного значення), 19 селищ міського типу, 578 сільських населених пунктів. Одночасно в умовах реформи децентралізації наразі в області заплановано створити 60 об'єднаних територіальних громад, які будуть об'єднані в 3 або 4 райони (вивчення питання децентралізації в умовах

проходження добровільності об'єднань чітко невизначено). 214 населених пунктів області мають статус гірських.

Середня щільність населення регіону складає 98,7 осіб на км², найбільша ж щільність традиційно у містах Ужгород – 3607,5 осіб на км², Мукачево – 3146,2 осіб на км², Чоп – 1443,4 осіб на км². Враховуючи географічні та природні особливості Великоберезнянський район має найменшу щільність населення – всього 32,6 особи на км², Воловецький – 44,4 особи на км², Міжгірський – 40,0 осіб на км².

За даними Держстату, станом на 1 січня 2019 року 466,1 тис. населення (37,0 %) становили жителі міст, 790,7 тис. – сільське населення (63,0 %).

Така структура населення регіону яскраво відображає як структуру регіональної економіки, так і впливає на її соціально-економічний розвиток, розподіл державних субвенцій на підтримку територій тощо.

Кліматичні умови

Клімат Закарпаття є помірно - континентальним з достатнім та надлишковим зволоженням, нестійкою весною, не дуже спекотним літом, теплою осінню і м'якою зимою. Клімат Закарпаття в Українських Карпатах є найсприятливіший за кількістю комфортних днів для активного відпочинку. Тут переважає морське повітря помірних широт, яке південно-західними вітрами переноситься з Атлантики та Середземного моря. Це повітря зумовлює в зимовий період досить високі температури і відносну вологість повітря.

Кліматичні умови на території області дуже різняться і залежать від висоти над рівнем моря та від орієнтування та експозиції гірських схилів. Загалом вирізняють три кліматичні райони: низовинний, передгірний, гірський.

Рівнинна територія області характеризується теплішою середньою температурою: середня температура липня +20°C, а січня – -4°C. Абсолютний максимум температур у м. Берегово. Закарпаття є досить зволеним регіоном, найбільше опадів випадає на сході та північному сході (близько 1400 мм опадів), найменше – у районі міст Чоп і Берегово. Понад 60 % опадів випадає влітку.

Сніговий покрив у горах встановлюється в листопаді, тривалість такого покриву – до 110 днів в горах і 50 днів – на рівнинній території.

На рівнині найчастіше дують південно-західні вітри, в горах – гірсько-долинні, взимку по річкових долинах – північні.

На території області чітко розмежовуються чотири пори року: зима – коротка, м'яка, тепліша ніж в інших регіонах, сильні морози бувають рідко, сніговий покрив нестійкий; весна починається на початку березня на рівнинній території, через часті циклони характеризується погодними змінами, починається в кінці лютого, у квітні-травні температура може підніматися до +35°C, проте майже постійно бувають весняні приморозки, в горах в цілому

прохолодніше; літо починається в травні, його початок здебільшого вологий через переважаючі помірні широти, в горах температура приблизно на 10–12°C; осінь триває 80–90 днів, в кінці жовтня починаються приморозки, при надходженні теплих морських мас із Середземномор'я настає тепла погода з дощами.

На гірських територіях існує суттєва відмінність у кліматі, що пов'язано із висотою над рівнем моря, формами рельєфу тощо. В цілому ж на кожні 100 м температура в повітрі зменшується на 0,4–0,7°C. Внаслідок цих особливостей тут можна вирощувати виключно невибагливі с/г культури. В гірських долинах виникають умови для вирощування окремих видів овочів та зернових.

З точки зору кліматичних особливостей на території області спостерігаються сприятливі умови для розвитку сільського господарства, втім найкращі ці умови – в низовині. Також важливий акцент на кліматичних особливостях можна ставити при формуванні програм зимового та літнього відпочинку людей.

Природні мінеральні ресурси

Найвищий показник природно-ресурсного потенціалу (ПРП) в області мають Рахівський та Тячівський райони. Він формується за рахунок наявності в цих районах значних мінеральних ресурсів. Найнижчі показники ПРП у Воловецькому та Перечинському.

На території області налічується 284 родовища із 26 видами різноманітних корисних копалин. З них: 12 родовищ газів, 4 – вугілля бурого, 3 – ртуті, 4 – кольорових (свинець, цинк), 4 – дорогоцінних металів, (золото, срібло,) 4 – гірничорудні (каолін, глина бентонітова), 4 – гірничохімічної сировини, (сіль, барит сировина мінеральних фарб та для вапнування кислих ґрунтів), 179 – будівельних матеріалів, у тому числі 81 – сировини цегельно-черепичної, 50 – каменю будівельного, 22 – каменю облицювального, 5 – каменю пиляного, 8 – піску, 3 – глини тугоплавкої, 3 – перліту, 1 – сировини скляної, 2 – суміші гравійно-піщаної, 1 – сировини керамзитової.

Балансові та умовно балансові запаси з невизначеним промисловим значенням вільного газу родовищ, що розвідуються, складають близько 4,661 млрд. куб. м. До промислової розробки залучено 2 родовища – Солотвинське та Русько - Комарівське, на інших – проводиться розвідка.

Запаси бурого вугілля зосереджені на 4 родовищах і складають 39,1 млн. т. (0,4 %) від загальних запасів в Україні). До експлуатації залучене 1 родовище – Ільницьке.

Руди золота представлені двома родовищами – Мужіївським та Сауляк. Руди кольорових металів представлені трьома родовищами – Гаврищук, Квасівське та Берегівське.

В результаті розробки ділянки надр Мужіївського золото-поліметалічного родовища здійснювався негативний вплив на навколишнє природне середовище шляхом забруднення ґрунту, поверхневих та підземних вод. На території родовища знаходяться відвали рудовмістних порід площею близько 5,75 га та об'ємом до 120 тис. м³. На прилеглих до підприємства територіях за даними моніторингу зафіксовано перевищення вмісту свинцю та міді в пробах ґрунту, у воді підвищений вміст кадмію.

Серед родовищ гірничо-хімічного напрямку в області присутні сіль кухонна, сировина для вапнування кислих ґрунтів, барит та сировина для мінеральних фарб. Розробляється Біганське родовище баритів, балансові запаси якого складають 2,9 млн. т. за промисловими категоріями А+В+С1 і С2. Область налічує 5 родовищ мінеральних фарб із запасами 6209,2 тис. т., які не розробляються.

Закарпатська область одна із найбільш багатих на цеоліти, які представлені 3 родовищами: Сокирницьким, Саригич, та Зеленокам'яним. Запаси цеолітів складають 128,64 млн.т за кат. А+В+С1 і 154,9 млн.т за кат. С2. Розробляється Сокирницьке родовище, де кількість цеолітів складає 125,6 млн. т., з яких 39,5 млн. т. становлять цеоліти високої якості. [9]

Такі види корисних копалин як перліт, цеоліт, мармур видобуваються виключно на території Закарпаття, видобуток яких становить 100 відс. від загального в Україні.

Закарпатська область володіє добре розвиненою сировинною базою будівельних матеріалів, на території якої налічується 179 родовищ корисних копалин для будівництва. На даний час ліцензовані 63 родовища.

Розвіданих родовищ каменю облицювального в області налічується 22, із яких наявні ліцензії у 7, каменю будівельного налічується 50 родовищ, з яких наявні ліцензії у 28.

Закарпатська область налічує 81 родовище сировини цегельно-черепичної з запасами 81,4 млн.м³ за промисловими категоріями А+В+С1, з яких ліцензовані 7 родовищ.

Підземні прісні води для господарсько-питного і виробничо-технічного водопостачання розвідані на 24 ділянках. Ліцензовано 11 ділянок, балансові запаси прісної води складають 344,99 тис. м³/добу. Мінеральні підземні води розвідані на 38 ділянках, ліцензовані – 36. Сумарна кількість запасів становить 4215,0 м³/добу.

Термальні води представлені єдиним на Україні «Берегівським» родовищем, балансові запаси якого становлять 0,871 тис. м³/добу.

Земельні ресурси

Землі сільськогосподарського призначення є основним ресурсом для сільськогосподарського виробництва. Станом на 1 січня 2016 року в області обліковується 387,7 тис. гектарів сільськогосподарських угідь, у тому числі 192,5 тис. гектарів ріллі. Сьогодні у власності і користуванні особистих селянських господарств перебуває 88,7 % сільгоспугідь та 84,4 % ріллі. У користуванні сільгосппідприємств знаходиться 43,6 тис. га або 11,2 % сільськогосподарських угідь, у тому числі 30,0 тис. га ріллі або 15,6 % від загальної площі ріллі.

Найбільшу валову частку в структурі земельного фонду області займають ліси та інші лісовкриті площі – 56,7 %, сільськогосподарські угіддя – 35,3 %, забудовані землі – 4,0 % та інші.

Значні обсяги рослинницької продукції в області вирощуються в складних кліматичних умовах передгірської зони із складним рельєфом та невеликих за розмірами полях і є ризиковими та піддаються негативному впливу зовнішніх факторів, зокрема погодних умов (практично щорічні весняні заморозки, підтоплення, градобої, тощо).



Рис.1.2. Структура земельного фонду Закарпатської області (станом на 01.01.2016)

Рибні ресурси та рибне господарство. На сьогодні рибництво як галузь рибного господарства в Закарпатській області розвивається у двох напрямках – холодноводне вирощування райдужної форелі і тепловодне вирощування коропа українського лускатого, дзеркального, рамчастого; товстолоба білого, строкатого та їх гібридів; білого амура; судака; щуки; сома. З природоохоронною метою дещо освоєна методика вирощування червонокнижних видів аборигенної іхтіофауни – харіуса європейського та лосося дунайського.

Надра. За даними екологічного паспорту Закарпатської області станом на 2018 рік видано 103 спеціальні дозволи на користування надрами (мінеральна вода, вода питна, будівельні корисні копалини, води термальні, золото тощо).

Водні ресурси

Усі річки Закарпатської області беруть свій початок у високогірній частині Карпат і належать до басейну однієї із найбільших приток Дунаю – ріки Тиса, яка є основною водною артерією області. Площа басейну річки – 157 186 км². Довжина р. Тиса складає 966 км. Основна частина стоку р. Тиса формується на території чотирьох держав: Румунії – 51 %, України – 25,6 %, Угорщини – 10 % та Словаччини – 13,4 %

В суббасейні р. Тиса протікає 9426 річок, їх сумарна довжина складає 16147 км, густина – 1,7 км/км². Здебільшого це малі річки, середня довжина яких становить близько 2 км, а площі водозбору – 1,2 км². Лише 155 річок мають довжину понад 10 км. З них всього 4 річки з довжиною понад 100 км: Тиса, Латориця, Уж, Боржава. Загальні водні ресурси басейну Тиси в межах України складають 13,3 км³ в середній за водністю рік, при цьому 7,92 км³ є місцевим стоком.

Українська частина суббасейну р. Тиса відноситься як до Верхньої Тиси (від витoku р. Чорна Тиса до с. Бадалово, що 7 км нижче за течією гирла р. Боржава), так і Середньої Тиси (суббасейни річок Латориці, Ужа та самої Тиси від с. Соловка до с. Соломоново). Від свого витoku до остаточного виходу на територію Угорщини р. Тиса протікає або тільки територією України або утворює державний кордон з сусідніми країнами. Загальна довжина р. Тиса в межах України складає 265 км.

В області нараховується 9 водосховищ та 645 ставків. Загальний об'єм всіх штучних водосховищ 63,18 млн. м³, площа водного дзеркала становить 2,88 тис. га. Вісім водосховищ мають комплексне призначення – сезонне регулювання та риборозведення. З них 4 водосховища меліоративної осушної системи «Чорний Мочар» для акумулювання паводкового стоку (9,5 млн. м³) і весняної повені (18,6 млн. м³) та риборозведення. Найбільше водосховище Теремля-Рікської ГЕС по своєму призначенню енергетичне, добового регулювання, значного впливу на трансформацію рівнів паводків не здійснює.

На території Закарпатті також є солоні озера. Знаходяться вони у Тячівському районі (села Теремля, Нересниця та стм Солотвино). Найвідоміше із них – озеро Кунігунда.

За якістю та кількістю мінеральних вод Закарпаття займає перше місце в Україні. В області наявні майже всі аналоги найвідоміших у світі мінеральних вод: гідро-карбонатні натрієві, гідро-карбонатні сульфатні, кальцієво-магнієві,

сульфідні, миш'яковисті, кремнієві. Всього на території області 62 родовища, 30 типів та 400 видів вод.

Прогнозні ресурси питних підземних вод в області становлять 1,1093 млн. м³/добу. В цілому цих ресурсів достатньо для задоволення потреб населення в питній воді, але вони розповсюджені дуже нерівномірно.

В рівнинній частині області ресурси підземних вод значно перевищують обсяги їх можливого використання. В гірській частині Закарпаття, особливо на територіях з водонепроникними флішовими породами, ресурси питних підземних вод незначні, до 50-100 м³/добу. У зв'язку з цим перспективним для централізованого забезпечення населення якісною водою є гірські потічки на заліснених ділянках за межами населених пунктів. [8-9]

Балансова вартість меліоративних фондів області становить 1305,6 млн. грн., у тому числі на балансі водогосподарських організацій 1024 млн. гривень.

Лісові ресурси

Раціональне використання лісових ресурсів є одним із основних завдань Регіональної стратегії розвитку. Закарпатська область – найбільш лісиста область в Україні, запаси деревини, якої оцінюються майже у 211,3 млн. м³.

Спостерігається позитивна динаміка основних показників фінансово-господарської діяльності лісового та мисливського господарства за 2014 – 2018 роки. Державними підприємствами за цей період проведено лісовідновлення на площі 16227,4 га, або 106,4 % від запланованих, у тому числі 10150,5 га шляхом природного поновлення (104,9 % від плану) та 6076,3 га створення лісових культур (108,9 % від плану). Щороку, під час весняних лісокультурних робіт, проходить акція «Майбутнє лісу в твоїх руках», до проведення якої долучається громадськість краю.

Окрім заходів з лісовідновлення проведено догляди за лісовими культурами на площі 23493,4 га (106,8 % до річного плану) та доповнення лісових культур на площі 2239,9 га (121,1 % до річного плану). Вирощено близько 41,6 млн. шт. стандартного садивного матеріалу.

Для забезпечення необхідною кількістю садивного матеріалу в області функціонують 142 постійних та тимчасових розсадників загальною площею 62 га. Асортимент лісових розсадників нараховує близько 20 видів шпилькових та 34 види листяних деревних порід, крім цього вирощується 21 вид чагарникових порід. Однак, попри великий асортимент, основна увага приділяється вирощуванню основних лісоутворюючих порід – ялини європейської, бука лісового, клена-явора та клена гостролистого, дуба звичайного та скельного, ясеня звичайного, ялиці білої, дуба червоного, які складають близько 96 % від загальної кількості.

Для вирощування більш якісного посадматеріалу та збільшення заготівлі насіння як основних лісоутворюючих порід так і цінних порід-інтродуцентів на підприємствах області функціонує постійна лісонасінева база, яка нараховує понад 2800 га постійних лісонасінневих ділянок, плюсових насаджень, генетичних резерватів, селекційних плантацій і близько 350 плюсових дерев. Це дає змогу вирощувати посадматеріал з цінними спадковими властивостями, що в майбутньому позитивно вплине на продуктивність та стійкість деревостанів.

За аналізуючий період зберігається тенденція до зниження заготівлі лісопродукції. Так, в динаміці 2015 – 2018 років заготівля лісопродукції зменшилася на 232,5 тис.м. або 16 % Але, слід відмітити, що в 2014 році вітровалами та вітроломами на території держлісфонду Закарпатської області пошкоджено

Табл.1. Показники заготовлення деревини на території Закарпатської області

Показники	Одиниці виміру	2014 рік	2015 рік	2016 рік	2017 рік	2018 рік
Заготовлено деревини, всього:	тис. м ³	1289,5	1402,6	1373,4	1204,1	1170,5
в т.ч. головно-го користування	тис. м ³	441,0	419,6	455,4	476,5	404,7
в т.ч. рубки формування та оздоровлення лісів	тис. м ³	848,5	983,0	918,0	727,6	766,1

Рекреаційні зони Закарпаття

Закарпатська область має цілий ряд територій, рекреаційний статус яких наразі не визначений відповідною процедурою оголошення такого статусу. Зокрема наявність природних ресурсів робить їх цікавими як з точки зору потенційних інвестицій, так і з точки зору захисту таких ресурсів від надмірного антропогенного впливу з метою запобігання або зменшення динаміки їх використання і уможливлення в подальшому відновлення таких ресурсів.

Схема планування території Закарпатської області передбачає розвиток оздоровчої галузі на території Тячівського району – смт Солотвино. Однак цей населений пункт через ситуацію зі станом Солотвинського солерудника наразі не може розглядатися як курорт, позаяк там необхідні заходи з усунення наслідків провалля, яке утворилося внаслідок інтенсивного видобутку солі шахтним методом. Одночасно в області розглядають можливість відновлення економічної активності на території колишньої алергологічної лікарні

національного значення шляхом залучення інвестицій у цю проблемну територію. Потребують також свого визначення зі статусом території ур. Драгобрат (Рахівський район), Синяк (Мукачівський район), Косино (Берегівський район), Берегово, Свидовець (Тячівський і Рахівський район), Боржава (Свалявський, Міжгірський, Воловецький райони) тощо.

Зважаючи на існування процедури з оголошення території курортною відповідно обласного та державного значення, органам місцевого самоврядування слід визначитися із таким статусом та провести відповідні дослідження, необхідні для підготовки відповідних клопотань про оголошення територій курортними.

В області опрацьовується також питання формування мережі туристичних шляхів Закарпатської області, а також обґрунтування на таких шляхах джерел мінеральних вод.

Свій потенціал мають регіони термальних вод, які наразі використовуються для організації відпочинку людей. На карті зображено розміщення термальних зон.



Рис. 1.3. Термальні зони Закарпаття

Разом із питанням логістики вирішення проблем цих територій та використання потенціалу термальних джерел також дозволить підняти туристичну привабливість регіону.

Транспортна інфраструктура

Транспортну інфраструктуру Закарпатської області можна відобразити наступним чином: залізничні колії – 604 км, автошляхи – 3348 км, аеропорти – 1, трубопроводи – 1896 км.

На сьогодні напрямок траси міжнародного транспортного коридору проходить по міжнародній дорозі М-06- Київ – Чоп, яка в межах області має ділянки технічних категорій: I – 18,5 км; II – 114,0 км.

За номенклатурою намітилась тенденція до зростання перевезень лісових вантажів, чорних металів, брухту чорних металів; разом з тим, спостерігається зменшення обсягів перевезень будівельних матеріалів, зерна і продуктів перемолу, нафти і нафтопродуктів.

Маршрутна мережа внутрішнього обласного автобусного сполучення загального користування складається із 458 маршрутів, з яких – 88 міжміських та 370 приміських маршрутів. Для забезпечення перевезення пасажирів щодня на маршрутах області використовується понад 700 транспортних засобів. Закарпатське обласне комунальне підприємство „Міжнародний аеропорт „Ужгород” – єдине авіаційне підприємство у Закарпатській області, що надає послуги з аеропортового обслуговування повітряних суден та пасажирів.

Впродовж 2018 року з аеропорту „Ужгород” відправлено 175 повітряних суден (125,9 % до 2017 року), що виконували чартерні рейси, з яких переважно повітряні судна авіації загального призначення (малотоннажні); за звітний період відправлено 257 пасажирів (141,2 % до 2017 року).

Пункти пропуску. На українському кордоні в межах Закарпатської області діє 19 пунктів переходу, у тому числі:

10 автомобільних пунктів пропуску („Ужгород”, „Малий Березний”, „Тиса”, „Дружба”, „Дзвінкове”, „Косино”, „Лужанка”, „Вилок”, „Дяково”, „Солотвино”);

7 залізничних пунктів пропуску („Страж”, „Павлово”, „Чоп – пасажирська станція», „Саловка”, „Ділове”, „Дяково”, „Тересва”);

2 пішохідні пункти пропуску („Хижа”, „Селменці”); 1 повітряний пункт пропуску („Ужгород-аеропорт”).[9]

Розвиток сільських територій

Сільські території, де проживає 62,9 % населення Закарпатської області, володіють значним природним, демографічним, економічним та історико-культурним потенціалом в разі його раціонального використання здатні внести вагомий вклад у вирішення ключових проблем соціально-економічного розвитку регіону.

Однак, значна частина сільських поселень сьогодні перебуває в економічно нестабільному стані, наслідком чого стало посилення процесів депопуляції населення, трудова міграція, згортання діяльності об’єктів соціальної сфери, високим залишається рівень бідності сільського населення. Значною проблемою для сільських територій є сировинна зорієнтованість економіки, внаслідок чого

абсолютна значна частина сільського населення не бере участі в розподілі доходів від їх використання.

Область потребує розробки концепції стійкого розвитку сільських територій, завдання якої передбачається у з'ясуванні та аналізі ключових проблем їх розвитку, задіяння важелів соціально-економічного та управлінського характеру, спрямованих на досягнення якісно нового рівня розвитку села, здатний забезпечити комплексне вирішення економічних, соціальних та екологічних завдань, ефективну реалізацію соціального, природно-ресурсного та транскордонного потенціалу сільських територіальних громад з метою підвищення стандартів якості життя сільського населення.

Розвиток гірських територій

Карпатський регіон України займає територію площею 56,6 тис. км² і окреслюється межами чотирьох адміністративних областей – Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської та Чернівецької.

На території Карпатського регіону статус гірських мають 714 населених пунктів:

Закарпатська область – 214;

Івано-Франківська область – 240;

Львівська область – 196 населених пунктів, що складає 17 % площі області, на якій проживає 158,6 тис. осіб або 6 % населення регіону;

Чернівецька область – 64 населених пункти, що становить 16,1 % території області, на якій проживає 44,5 тис. осіб, що становить 5 % населення області. Загальна площа населених пунктів, що мають статус гірських складає 1304,8 км².

Села становлять абсолютну більшість – 94,37 % у загальній кількості гірських населених пунктів, селища міського типу – 3,09 %, селища і міста – по 1,27 %.

Гірські населені пункти Закарпатської області зосереджено в 10 адміністративних районах і частині двох об'єднаних територіальних громад (Вільховецькій та Полянській). В цілому гірські території охоплюють 45 % площі регіону, на них розташовані 214 населених пунктів (близько 35 % від загальної їх кількості по області), у тому числі 49 високогірні (знаходяться на висоті 600 метрів і вище над рівнем моря), та на яких проживає 24 % населення регіону.

Проблематикою Закарпатської області є суттєва диспропорція у соціально-економічному розвитку низинних та гірських територій краю. Більшу частину території займають гори, а третина населених пунктів отримали статус гірських. Значна диференціація показників у районах Закарпаття спричинена неоднорідністю енергетичного, трудового, інфраструктурного потенціалу тощо, а основна концентрація ресурсів області зосереджена якраз у низинних районах.

В гірських селах зосереджені основні рекреаційні ресурси, більшість з яких – це сільські садиби зеленого туризму. Без економічно розвинутого села, його виробничої та соціальної інфраструктури їх функціонування набуває спотвореної форми. Звідси – необхідність конкретно поєднання економічних і екологічних інтересів територіальної громади, бізнесу і держави в розвитку гірських сіл, з пріоритетністю екологізації господарського життя.

Природно-заповідний фонд Закарпатської області

В області проводяться заходи щодо створення нових та розширення існуючих об'єктів природно-заповідного фонду, на території яких підлягають охороні, збереженню і відновленню природні комплекси та об'єкти що мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну та рекреаційну цінність.

Станом на 1 січня 2019 року в області функціонує 469 територій та об'єктів природно-заповідного фонду, загальною площею 180,6 тис. га. З них загальнодержавного значення – 34 об'єкти загальною площею 155,5 тис. га, місцевого значення 435 об'єкти загальною площею 25,1 тис. га. Станом на 1 січня 2019 показник заповідності Закарпатської області становить 14,17 %

Впродовж 2014 – 2018 років в області створено 10 об'єктів природно-заповідного фонду місцевого значення на загальній площі 2969,9 га. З них 7 заказників місцевого значення на площі 1305,1 га та 3 заповідні урочища на площі 1664,8 га.

За період 2014 – 2018 років показник природно-заповідного фонду в області зріс на 0,23 %.[9]

Висновки до розділу 1.

1.Проведено аналіз «сталого природокористування» адміністративно – територіальних утворень.

2.Проаналізовано міжнародний досвід з питань сталого розвитку.

3.Наведено загальні відомості про Закарпатську область.

РОЗДІЛ 2. НАУКОВІ МЕТОДИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ «СТАЛОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ» АДМІНІСТРАТИВНО ТЕРИТОРІАЛЬНИХ УТВОРЕНЬ З ЗАСТОСУВАННЯМ ГІС – ТЕХНОЛОГІЙ.

2.1. Комплексний підхід моделювання «сталого природокористування»

Розглянемо основні аспекти оцінки стану раціонального використання природних ресурсів як базової детермінанти сталого розвитку України [10] і Закарпаття зокрема.

Земельні ресурси. В Закарпатті, як і в Україні однією з головних проблем тривалого і незавершеного процесу реформування земельних відносин відповідно до концепції сталого розвитку є відсутність ефективного механізму створення реального власника землі з притаманними йому правами – володіння, користування, розпорядження. Така ситуація знижує рівень ефективності господарювання та конкурентоспроможність не тільки окремих суб'єктів господарювання, а й економіки загалом. Найгострішим і резонансним, досі актуальним завданням земельної реформи залишається визначення правових засад ринку земель сільськогосподарського призначення. Нормативно-правова база регулювання земельних відносин сформована в основному до 2003 р., інші зміни, що вносилися до чинного земельного законодавства, мали переважно фрагментарний характер і суттєво не вплинули на результативність й усунення негативних наслідків попередніх етапів реформи.

Численні інституціональні суперечності призводять до посилення екологодеструктивних та природоруйнівних тенденцій, особливо у сільськогосподарському землекористуванні. Землі сільськогосподарського призначення не набули класичних ринкових атрибутів у системі товарно-грошових відносин через мораторій до певного часу на їх купівлю-продаж, що призвело до виникнення вітчизняного орендного феномена та агрохолдингізації сільськогосподарського виробництва. Відбуваються структурні зміни у розподілі земель як за формами власності й господарювання, так і землевласниками та землекористувачами. В Україні найбільш цінними є сільськогосподарські угіддя, на які припадає велика частка її загальної площі землі: за станом на 01.01.2015 р. найвищу питому вагу мають сільськогосподарські угіддя – 69,3 % (в Закарпатті 35,4 %) та ліси й інші лісовкриті площі – 17,6 % (в Закарпатті відповідно 51,2 %). Розораність земель становить майже 54 % території держави (в Закарпатті 15,7 %), що є найбільшим показником у Європі.

В Україні наявні значні площі осушених і зрошуваних земель, однак при їх використанні проявляються недоліки інституціонального та фінансово-економічного характеру. Так, ефективність сільськогосподарського землекористування у зоні ризикового землеробства знизилася, що підтверджується скороченням посівних площ та урожайності сільськогосподарських культур традиційної спеціалізації. Втрата останньої в адміністративних районах, де значну частку в структурі сільськогосподарських угідь займають осушені ділянки, призвела до посилення екологодеструктивних процесів (ерозії та дефляції ґрунтів). Розпаювання земель між колишніми членами сільськогосподарських підприємств позбавило внутрішньогосподарські мережі єдиного господаря і призвело до перебоїв фінансування їх реконструкції та модернізації, що спричинило погіршення водно-повітряного режиму на багатьох осушених сільськогосподарських угіддях.

Водні ресурси в системі забезпечення сталого розвитку України є стратегічним і життєво важливим природним ресурсом. Наша держава володіє значним водно-ресурсним потенціалом, який тривалий час використовувався нераціонально, що пов'язано з уявленням про його невичерпність. Тому на сучасному етапі виникла необхідність формування і реалізації державної політики сталого водокористування, яка дасть змогу у визначені терміни вирішити комплекс нагальних проблем. З одного боку, як і раніше, слід забезпечувати задоволення життєво важливих потреб галузей економіки і населення у водних ресурсах, з іншого – ці потреби повинні відповідати можливостям природи. Крім того, державна політика покликана сприяти скоординованій та узгодженій діяльності всіх учасників водних відносин (державних органів, органів місцевого самоврядування, підприємств-водокористувачів та ін.) у розв'язанні проблем водно-ресурсної сфери, у тому числі реформування і розвитку водогосподарського комплексу.

Необхідність переведення водного господарства України на модель сталого розвитку обумовлена потребою в уповільненні негативних тенденцій використання водних ресурсів та прискоренні інноваційного оновлення матеріально-технічної бази водокористування. Проблема посилюється неоднаковою природою організаційних і технічних колізій водокористування в різних галузях національної економіки через специфіку технологічного процесу, водомісткість готової продукції і технічний рівень інфраструктури використання водних ресурсів. Нині цілком зрозуміло, що суспільство досягло такого ступеня залучення водних ресурсів у господарський обіг та їх забруднення, коли вони перетворились на один з найголовніших лімітуючих чинників соціально-економічного розвитку країни, тому подальше ігнорування ролі водної складової неможливе. Наприклад, водовідбір підземних вод для господарських потреб не

відповідає можливостям їх оптимального використання відносно наявності цього ресурсу. Найбільший водовідбір відмічається в регіонах, де обмежені запаси підземних вод, що спричиняє їх спрацювання та погіршення якості. Це, у свою чергу, порушує рівновагу екологічних систем і призводить до втрати їх здатності до самовідновлення.

Перевести водогосподарську діяльність шляхом удосконалення окремих підойм її регулювання на модель сталого розвитку надто проблематично. Тому *стратегічною тенденцією* і першочерговим завданням на майбутнє є *формування інтегрованої системи водогосподарювання*, що дасть можливість узгоджувати сучасні потреби у водних ресурсах з майбутніми, забезпечувати баланс державних та корпоративних інтересів у господарському водокористуванні, вміло поєднувати ринкові важелі регулювання з адміністративними, зважувати правові суперечності щодо вилучення водної ренти та відшкодування збитків, нанесених водним джерелам, ліквідувати дефіцит інвестиційних й інноваційних ресурсів для розбудови водоохоронної інфраструктури.

Стратегія інституційних змін у сфері водокористування повинна базуватися на достатньо обґрунтованій концептуальній основі. Необхідні об'єднання в єдине ціле землекористування та раціонального споживання водних ресурсів; сприяння впровадженню нових розробок і підходів, які передбачають участь усіх зацікавлених сторін; приділення особливої уваги діяльності, спрямованій на поліпшення умов життя та якості навколишнього природного середовища. Діяльність контрольного блоку управління з боку регіональних структур необхідно здійснювати у взаємозв'язку із загальним формуванням системи управління водним господарством, управлінські функції якого покладаються на басейнові й територіальні структурні підрозділи спеціально уповноважених органів влади. Ці функції охоплюють облік, аналіз, прогнозування розвитку й експлуатацію окремих споруд водогосподарських та водних об'єктів і галузі в цілому.

Лісові ресурси. Наявні ознаки еколого-економічної кризи притаманні лісоресурсному комплексу, що є наслідком також надмірного споживацького ставлення суспільства до ресурсів лісу. Тому однією з найбільш актуальних проблем лісового господарства України і Закарпаття зокрема є забезпечення його сталого розвитку згідно з основними положеннями міжнародної і національної політики з відповідними стратегічними тенденціями, якими є ресурсозбереження, раціональне користування, охорона й відновлення лісових ресурсів.

Україна належить до малозабезпечених лісовими ресурсами європейських держав, адже площа лісових ділянок, згідно з даними останнього обліку лісів (за

станом на 01.01.2011 р.), дорівнює 10 378,7 тис. га (в Закарпатті 695,8 тис. га), а фактична лісистість території – 15,9 %, що є найменшим показником у Європі (при тому, що лісистість території Закарпаття складає 51,9 %). Оптимальна лісистість території України за мінімальними нормативами повинна становити 20 %. 99 % лісів перебувають у державній власності, але розподілені між різними відомствами. Площа лісового фонду державних лісогосподарських підприємств, що належать до сфери управління Держлісагентства України, становить 6 840,4 тис. га, з них лісові ділянки, вкриті лісовою рослинністю, – 6 293,5 тис. га. Вікова структура лісового фонду за групами віку близька до оптимальної, стиглі і перестійні деревостани хвойних насаджень становлять 11 %, твердолистяних – 23, м'яколистяних – 28 %.

Загальний запас деревини в лісових насадженнях України – 2 102 млн м³, у т.ч. в лісах системи Держлісагентства – 1 512 млн м³. Загальний щорічний приріст деревини в останніх – 24,6 млн м³, використання приросту у 2013 р., за даними Держлісагентства України, становить близько 65 %.

Заготівля деревини проводилася рубками головного користування, формування й оздоровлення лісів та іншими. Лімітом заготівлі деревини в порядку рубок головного користування є розрахункова лісосіка, яка затверджується відповідно до принципів безперервності, невиснажливості та екологічної збалансованості лісокористування.

На сьогодні особливо складна ситуація спостерігається з відтворенням лісоресурсного потенціалу, що негативним чином позначається на асиміляційній місткості окремих регіонів і призводить до загострення екологічних проблем. Неєфективність системи фіскального регулювання спеціального лісокористування є однією з причин обмеженості інвестиційного забезпечення відтворення лісоресурсного потенціалу.

Питома вага збору (рентної плати) за спеціальне лісокористування в загальному обсязі зборів за спеціальне використання природних ресурсів протягом 1999–2014 рр. коливалася в межах від 1,2 до 3,0 %, що свідчить про низький рівень фіскальної віддачі господарського освоєння окремих складових лісоресурсного потенціалу.

З огляду на зазначене, *стале лісове господарство* – це лісогосподарська діяльність зі створення і формування лісів з упорядкованою породною та віковою структурою, яка максимально забезпечує виконання лісами господарсько-економічної та соціально-екологічної функції за умови збереження біорізноманіття і сталості.

Управління лісами на засадах сталого розвитку – це управління й використання лісових земель і лісів таким чином та на такому рівні, які підтримують їх біологічне різноманіття, продуктивність, здатність до

відтворення, а також виконання сьогодні і в майбутньому екологічних, економічних і соціальних функцій на місцевому, національному і глобальному рівнях без завдання шкоди іншим екосистемам.

У кожному окремому випадку, незважаючи на форми власності на ліси, господарювання та управління лісами повинні базуватися на принципових підходах сталого розвитку, які проголошені на міжнародній Конференції в Ріо-де-Жанейро (1992 р.) та підтвержені самітами «Ріо+10», «Ріо+20», а також на конференціях міністрів європейських країн у Гельсінкі (1994 р.), Лісабоні (1998 р.) і Відні (2002 р.). У частині управління лісами слід відзначити Протокол про стале управління лісами до Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат від 22 травня 2003 року, котрий покликаний сприяти сталому управлінню Карпатськими лісами та їхній охороні в інтересах нинішнього й майбутніх поколінь. Серед цих підходів необхідно виділити лісозбереження та випереджаюче лісовідновлення як стратегічні тенденції сталого розвитку в лісокористуванні.

Мінерально-сировинні ресурси – найважливіший потенціал економічного розвитку Закарпаття і країни. Зважаючи на індустріальну структуру економіки, висока забезпеченість ними є стратегічним економічним та політичним фактором розвитку національного господарства України. Структура мінерально-сировинних ресурсів, величина їх запасів, якість, ступінь вивченості та напрями залучення до господарського обігу здійснюють безпосередній вплив на економічний, у т.ч. експортний, потенціал держави.

Мінерально-сировинний комплекс забезпечує вагому частку валового національного продукту. З видобутком і використанням корисних копалин пов'язано 48 % промислового потенціалу країни і до 20 % її трудових ресурсів. Ці показники наближаються до рівня розвинених держав з потужною гірничодобувною промисловістю.

За станом на 01.01.2013 р., за даними Державного науково-виробничого підприємства «Державний інформаційний геологічний фонд України», в надрах України виявлено понад 20 тис. родовищ і проявів з 117 видів мінеральної сировини, з яких 11 742 родовища мають промислове значення та враховуються Державним балансом запасів корисних копалин. Промисловістю освоєно понад 4 777 родовищ з 99 видів корисних копалин, що містять від 40 до 75 % розвіданих запасів різноманітних корисних копалин. На їх базі діє понад дві тисячі гірничодобувних, збагачувальних і переробних підприємств. У резерві перебуває 6 965 родовищ, або 59,3 %. У сучасних умовах глобалізаційних та інтеграційних процесів, забезпечення сталого розвитку економіки держави мінерально-сировинний сектор України є відповідальним за вирішення таких стратегічних питань:

- постачання мінеральної сировини як на внутрішній, так і зовнішній ринки (у першу чергу стійке забезпечення мінеральними ресурсами та продуктами їх переробки);
- конкурентоспроможність регіональної та національної економіки; подальший розвиток мінерально-сировинної бази;
- підтримання й нарощування обсягів експортного потенціалу країни, зміни його структури на користь торгівлі продуктами переробки й промислової продукції;
- розвиток обробної промисловості та її експортного потенціалу.

Ці напрями в основному і визначають стратегічні тенденції сталого розвитку у сфері використання мінеральних ресурсів.

Використання наявного природно-ресурсного потенціалу на засадах сталості у сучасному соціумі господарським орієнтиром сталого розвитку є поступове домінування у світовому господарстві постіндустріального укладу економіки (що не виключає існування й інших типів – від дрібнотоварного до індустріального, або ж навіть «неіндустріального»). Отже, відбуваються відповідні зміни у структурі національного багатства як стратегічного підґрунтя сталого розвитку країн світу. Основною тенденцією наразі є заміщення фізичного (у т.ч. природного) капіталу людським, частка якого наприкінці ХХ століття зросла до 80 % у сукупному національному багатстві, що і складає потенціал сталого розвитку господарства. У розвинених країнах світу протягом останніх десятиліть у людський капітал вкладалося близько 70 % усіх інвестицій, а у фізичний загалом (сюди ж віднесено для спрощення природний капітал, тобто природні ресурси – реальні й потенційні, або природні умови як господарський об'єкт) – близько 30 %. На початок ХХІ століття у структурі національного багатства країн СНД частка природного капіталу становила 37,5 % (людського – 50,0, відтворювального (виробничого та фінансового в сукупності) – 12,5 %). З урахуванням динамічних змін у структурі національного багатства, які сталися, починаючи з 1991 р. (насамперед зменшення питомої ваги виробничого капіталу, вибуття якого – основних засобів, оборотних коштів – відбувалося високими темпами в 1993– 1995 рр.), у його галузевій структурі в першому десятилітті ХХІ ст. питома вага людського капіталу становила 46,7 %, природного – 34,9, основного (виробничого фізичного) – 12,6, фінансового – 5,8 % (рис. 2.2) [11].

Отже, у розвитку світового господарства і відповідних тенденціях національної економіки людському потенціалу відводиться перша, а природно-ресурсному – друга за важливістю роль у структурі національного багатства та потенціалу сталого розвитку нашої країни і світу. Таким чином, попри те, що

здатність природних ресурсів створювати капітал в умовах сучасної економіки поступається за цією властивістю людським ресурсам, зважаючи на багатий природно-ресурсний потенціал України, необхідно докорінно підвищити капіталізацію природних ресурсів та їх участь у забезпеченні сталого розвитку національного господарства в цілому.

Національний природний капітал, що можна розглядати як природно-ресурсний потенціал сталого розвитку країни, характеризується розгалуженою структурою, в якій представлено всі види ресурсів – земельні (включаючи природно-рекреаційні), водні, мінеральні та лісові (у т.ч. фауністичні), а також екосистемний капітал [12].

Оцінка природно-ресурсний потенціалу в контексті перспектив сталого розвитку України є вкрай важливою. Вартість природного багатства України сягає 1,06 трлн грн. При цьому поресурсна його структура є такою: водний капітал становить 6,4 % від загальної вартості (67 979,9 млн грн); земельний – відповідно 44,7 (473 181,3); лісовий – 7,9 (84 457,1); мінеральний – 24,9 (262 970,0), екосистемна складова – 16,1 % від його підсумкової вартості, а саме 170 342,4 млн гривень.

У цілому структура природно-ресурсного потенціалу сталого розвитку національного господарства унікальна для країн Європи. У ній головними є земельні ресурси, наступні за значенням (з часткою понад 25%) – мінерально-сировинні. Важливу роль у національній економіці відіграють водні ресурси як джерело питної води, складова інфраструктури, промислова сировина, ресурс морегосподарського комплексу та АПК тощо. Вагоме екологічне й рекреаційне значення мають лісові ресурси України. Цілісну природно-антропогенну систему, котра здатна відтворювати природний капітал, становлять екосистемні ресурси країни, що виконують важливу функцію капіталізатора природного багатства в системі національного господарства України.

Унікальне поєднання природних ресурсів (корисних копалин, ландшафтів, водних джерел, лісів тощо) на компактній території є потужним структуроформуючим фактором спеціалізації національного господарства в євразійській та світовій економіці. На їх базі створюється потужний промислово-аграрно-інфраструктурний комплекс, при цьому протягом останніх років зростає роль землі як просторово-господарського й унікального агрокліматичного ресурсу сталого розвитку національної економіки.

Земельні ресурси. У доповіді Програми ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) «Назустріч «зеленій» економіці» [13], котру підготовлено до Конференції ООН зі сталого розвитку «Ріо+20», щодо спільного вирішення глобальних проблем бідності та формування засад сталого розвитку XXI століття відзначено роль сільськогосподарського землекористування. Існуючі системи

сільського господарства на сьогодні виснажують природний капітал. Високий попит на зміни у землекористуванні часто обумовлює знеліснення і втрату біорізноманіття. Інвестиції та стратегічні реформи, спрямовані на «озеленення» сільського господарства, покликані забезпечити: диверсифікацію економічних систем; підвищення суспільного добробуту завдяки збільшенню врожайності сільськогосподарських культур і створення нових більш продуктивних «зелених» робочих місць, особливо в сільських районах; гарантування продовольчої безпеки на сталій основі; значне скорочення екологічних й економічних витрат, пов'язаних з традиційними методами промислового сільського господарства.

«Озеленення» сільського господарства потребує інвестицій і проведення досліджень, зокрема, з таких ключових питань: управління родючістю ґрунтів, більш ефективне й стале використання води, диверсифікація рослинництва і тваринництва, відповідний рівень механізації та інфраструктурне забезпечення. Сукупна вартість світових інвестицій і стратегічних витрат, необхідних для переходу до «зеленого» сільського господарства, оцінюється в 198 млрд дол. США щорічно протягом 2011–2050 рр. При цьому додана вартість, що створюється у сільськогосподарському виробництві, збільшиться на 9 %. Перехід до «зеленого» сільського господарства має суттєві екологічні переваги: нарощення потенціалу природного капіталу шляхом відновлення й охорони родючості ґрунтів; зменшення ерозії останніх і неорганічних агрохімічних забруднень; збільшення ефективності використання води; скорочення вирубки лісів, втрати біорізноманіття та інших негативних впливів землекористування; значного зменшення емісії парникових газів від сільського господарства.

«Зелене» сільське господарство потребує національних і міжнародних стратегічних реформ та інновацій. Відповідна політика повинна концентруватися на перетворенні екологічно шкідливих субсидій, які штучно знижують вартість окремих сільськогосподарських ресурсів і призводять до їх неефективного та надмірного споживання. Крім того, такі зміни мають стимулювати сільськогосподарських товаровиробників до використання нешкідливих для навколишнього природного середовища ресурсів і методів ведення сільського господарства, а також створення позитивних зовнішніх впливів, а саме поліпшення екосистемних послуг. Відповідні належні зміни в торговельній політиці повинні привести до структурної реформи виробництва та оптимізації експортних субсидій, що деформують торгівлю. Зважаючи на якісні показники ґрунтів та значну площу сільськогосподарських угідь в Україні, зазначені аспекти «озеленення» сільського господарства актуальні для вітчизняного аграрного сектору.

Земля як природний ресурс та просторовий базис розміщення інших продуктивних сил становить основу сталого розвитку. Передумовами сталого соціального та економічного розвитку є ефективне управління на всіх організаційних рівнях, визначені та гарантовані права власності на землю. Дієва система управління земельними ресурсами характеризується такими ознаками: визначає і гарантує право власності; формує механізм оподаткування землі та нерухомості як з метою стимулювання сталого землекористування, так і реалізації фіскальної функції податків; забезпечує цінність земельних ділянок як об'єкта застави; сприяє розвитку ринку земель і здійснює їх моніторинг; забезпечує охорону земельних ресурсів і підтримує постійний контроль за станом навколишнього природного середовища; визначає землеустрій держави; сприяє земельній реформі в сільській місцевості; покращує міське планування і розвиток інфраструктури; забезпечує повноту й актуальність статистичних даних про кількісні та якісні показники земель, що визначають ефективність управлінських рішень.

Стале управління землекористуванням – це такі методи і механізми управління суспільними відносинами щодо земель, які підтримують їх біорізноманіття, продуктивність, відновлювальні властивості й потенціал виконання сьогодні та в майбутньому відповідних екологічних, економічних і соціальних функцій на місцевому, національному та глобальному рівнях.

У Стратегії сталого розвитку «Україна – 2020», що схвалена указом Президента України № 5/2015 від 12.01.2015 р., у рамках чотирьох векторів руху за вектором розвитку передбачено, зокрема, реалізацію земельної реформи, сільського господарства та рибальства. Для забезпечення сталого розвитку України у сфері земельних ресурсів необхідно: удосконалити систему обліку земельних ділянок і методів їх еколого-економічної оцінки; здійснити інвентаризацію земельних ділянок; розробити програми підвищення родючості ґрунтів; упроваджувати раціональні системи землекористування та організації територій; активізувати використання ґрунтозахисних технологій у різних галузях; поліпшити процедуру землевідведення; поглибити роботи з рекультивациі забруднених і порушених земель; оптимізувати площі природних та антропогенно використовуваних земель; удосконалити екологічний моніторинг земель; вжити заходи щодо усунення й упередження негативних антропогенних і природних явищ та процесів, пов'язаних з деградацією земель; здійснювати контроль і покращувати стан радіоактивно забруднених земель; мінімізувати використання особливо цінних земель і ґрунтів.

Сталість землекористування відрізняється від стабільності підвищення ефективності промислового чи сільськогосподарського виробництва. Якщо у другому випадку йдеться лише про досягнення максимального економічного

ефекту, то у першому, крім цього, про сприяння оптимізації вирішення соціальних та екологічних аспектів землекористування. Тобто використання земельних ресурсів повинно бути одночасно економічно доцільним, соціально спрямованим та екологічно безпечним. Основними принципами сталого землекористування, які становлять основу формування ефективної системи управління земельними ресурсами, є пріоритетність сільськогосподарського землекористування, раціональне використання та охорона земель, екологічна обґрунтованість сільськогосподарського і промислового виробництва, економічна доцільність використання земель різного призначення, цільове землекористування, об'єктивність і доступність інформації про якісний та кількісний стан земель.

Водні ресурси. Важливим завданням упровадження екологізбалансованого використання водних ресурсів у системі забезпечення сталого розвитку України є синхронізація цього процесу та основних функцій, які виконує водне господарство в сучасних умовах. Такими функціями є:

- проведення єдиної науково-технічної політики в галузі;
- регулювання і перерозподіл річкового стоку в часі та просторі;
- забір води і подача її міжгалузевими (міжгосподарськими) каналами і водоводами;
- охорона водних об'єктів від забруднення та виснаження;
- охорона виробничих об'єктів, населених пунктів і природи від шкідливої дії води;
- охорона навколишнього природного середовища від негативних наслідків, спричинених будівництвом водогосподарських об'єктів і споруд;
- експлуатація водних і водогосподарських об'єктів з метою підтримання їх у безпечному стані;
- облаштування водних об'єктів для санітарно-гігієнічних і рекреаційних цілей;
- облік і контроль за станом водних ресурсів та їх використанням, організація планування й управління водним господарством;
- державний контроль за використанням, відновленням й охороною водних об'єктів;
- розроблення схем комплексного використання й охорони вод, водогосподарських балансів з визначенням забору води та умов водокористування в басейнах річок у розрізі територій країни на водогосподарських ділянках;

дотримання лімітів (норм) і правил водоспоживання та водовідведення, а також режиму використання води, що встановлюються дозволом на спеціальне водокористування;

упровадження на підприємствах, в установах і організаціях найновіших досягнень науки, техніки і передового досвіду у сфері водозбереження та охорони вод.

Для забезпечення сталого розвитку водогосподарського комплексу необхідно реалізувати такі заходи:

ліквідація дефіциту та підвищення раціонального використання водних ресурсів;

захист від негативного впливу води та гарантування технічної безпеки гідротехнічних споруд;

розвиток і модернізація державної системи моніторингу водних об'єктів;

зменшення негативного антропогенного впливу та екологічна реабілітація водних об'єктів.

Лісові ресурси. Загострення екологічної ситуації у світі внаслідок глобального потепління і забруднення навколишнього природного середовища спричинило погіршення стану лісових екосистем. Відбувається витіснення біологічно стійких корінних насаджень антропогенними – нестійкими до зовнішніх впливів. При цьому слід зазначити, що скорочення або зникнення видів дестабілізує біоту і призводить до виникнення нового, збідненого, менш стійкого угруповання.

Лісове господарство України, як і природно-ресурсна сфера в цілому, також зазнає впливу наслідків глобальних екологічних проблем. Сьогодні існує необхідність визначення стратегічного спрямування (мети) здійснення лісокористування в Україні – за природозберігаючим чи промисловим пріоритетом, що стане ключовим фактором обґрунтування доцільності реалізації проектів управління територіальними лісогосподарськими комплексами. Якщо вибір буде зроблений на користь першого, що більше відповідає сучасній системі соціально-економічних координат, то потрібен ґрунтовний аналіз можливості вибору відповідної сукупності суб'єктів фінансово-економічного забезпечення проектного управління. Іншим варіантом може бути раціональне або модернізоване використання існуючої системи господарювання, яка базується на поділі лісів на експлуатаційні та природоохоронні.

Стратегічно можливим є вибір між двома моделями ведення лісового господарства. Перша, яка базується на індустріалізованому устрої (організації) господарювання, переважно функціонує сьогодні й передбачає достатньо високий ступінь механізації процесів (лісогосподарських заходів). Інша

(альтернативна) модель ґрунтується на максимальному використанні природних можливостей лісових насаджень щодо самовідновлення і позитивного впливу на елементи навколишнього природного середовища. На нашу думку, дві моделі майже однаково мають право на існування.

Методологічні засади забезпечення просторово-територіального розвитку сфери лісокористування передбачають утворення характерних для сучасної економіки форм власності та господарювання. Важливим фактором є економіко-правові відносини з державними, регіональними і комунальними територіальними утвореннями (владно-контролюючими органами відповідного рівня та повноважень). Науково-методологічні засади реформування системи форм власності на землі лісового фонду, лісові насадження та інші ресурси лісових екосистем найбільш чітко виражаються у практичній площині через економіко-правові аспекти конкретних складових інституту власності (розпорядження, володіння, користування). Таку інтерпретацію категорії власності на ліси можна розглядати як певним чином упорядковану й організовану систему відносин між суспільством загалом та окремими індивідами щодо їх ставлення і реальної участі у процесах лісокористування. Ключовим елементом такої суспільної діяльності, на наш погляд, є, наприклад, розподіл лісового фонду між різними суб'єктами господарювання. Характерні особливості цієї категорії за певних обставин можуть суттєво впливати на право присвоєння фінансових ресурсів, які утворюються у процесі лісокористування й лісовирощування.

Основною метою змін, зокрема розширення можливостей фінансування лісогосподарського виробництва в рамках проектного управління на територіальному рівні, є створення відповідних умов для максимально можливої ефективності регулювання (як державного, так і недержавного) процесів охорони, використання й відтворення лісоресурсного потенціалу. Досягнути цієї мети практично неможливо без відповідної зміни структури певної частини об'єктів лісового фонду. Надійною методологічною та методичною базою для цього є їх еколого-економічна оцінка, установлення кількісних і якісних параметрів, визначення суб'єктів власності. Оскільки в Україні спостерігається тенденція суттєвого посилення місцевого самоврядування, украй необхідним завданням є поступове відродження приватного та комунального (муніципального) лісоволодіння на базі колишніх колгоспних, радгоспних і міських лісів, значні площі яких дедалі більше стають занедбаними.

Використання сировинних ресурсів лісу для розвитку сільських територій України не має в цілому вирішального значення з огляду на нерівномірне забезпечення регіонів такими можливостями, а також через переважну

зосередженість лісових насаджень у державній власності. Однак цінними в цьому плані є території з лісистістю 50–60 %.

Стримуючим чинником нарощення лісоресурсного потенціалу України слід вважати відсутність належної системи впровадження технологій плантаційного лісорозведення, які б дали можливість результативно заліснювати малопродуктивні землі та неугіддя і збільшувати рівень лісистості окремих регіонів.

Мінеральні ресурси. Для мінерально-сировинної бази природно-ресурсного потенціалу України ключовим фактором сталого розвитку є відповідне інституціональне середовище, яке забезпечуватиме стале надрокористування. Упродовж 1992–2016 рр. його формування у вітчизняній сфері надрокористування значною мірою відбувалося спонтанно, під впливом певних домінуючих політичних і бізнесових груп. Як свідчить практика, інституціональне середовище, що наразі визначає якість державного управління сферою надрокористування, не відповідає сучасним економічним реаліям. Це призводить до нераціонального використання надр. Протягом останніх років ситуація в цій сфері перебуває під контролем і пильною увагою влади (Указ Президента України «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України № 90/2010 від 3 лютого 2010 р. «Про заходи щодо підвищення ефективності державного управління у галузі геологічного вивчення і використання надр»). Як свідчить господарська практика впровадження засад сталого розвитку, цей процес необхідно значно активізувати. Нераціональне використання надр наразі спричинено:

- слабким контролем з боку держави;
- недосконалістю чинного законодавства та нормативно-правової бази;
- відсутністю ефективного економічного механізму управління фондом надр;
- низьким рівнем відтворення вітчизняної мінерально-сировинної бази, що характеризується недостатнім фінансуванням геологорозвідувальних робіт (в основному вони здійснюються за рахунок держбюджету);
- нерозвиненістю внутрішнього фондового ринку, що визначає низький рівень капіталізації гірничодобувних підприємств.

Тільки вирішивши ці питання, можна прискорити перехід природокористування на засади сталого розвитку.

Напрями забезпечення сталого природокористування

Земельні ресурси. Мета стратегії сталого землекористування в довгостроковій перспективі – максимізація суспільного добробуту шляхом оптимального використання потенціалу продуктивності земельних ресурсів (на

засадах сталості). Для підвищення його ефективності та подолання негативних проявів у сільськогосподарському землекористуванні необхідно:

- переглянути базові принципи всієї системи управління земельними ресурсами, зокрема щодо організації органами місцевого самоврядування операцій купівлі-продажу земель поза межами населених пунктів, у зв'язку з децентралізацією системи управління та реформою місцевого самоврядування, які передбачають передачу прилеглих територій у користування територіальних громад, а також розробити процедуру викупу розпайованих земель (наявність мораторію унеможливорює цей процес), що перебувають у приватній власності, і передачі їх у власність територіальних громад;

- створити інституціональні передумови для органів місцевого самоврядування щодо формування ними нових або входження до діючих корпоративних утворень холдингового чи кластерного типу. При цьому комунальні землі стануть внеском до статутного капіталу новостворених корпоративних структур і забезпечуватиметься капіталізація земельних та земельно-господарських активів;

- розробити національні регламенти ресурсоощадливого землекористування, які мають передбачати індикативні показники рівня розораності сільськогосподарських угідь в окремих групах господарств – сільськогосподарських підприємств, фермерських та особистих селянських господарств. Такі регламенти повинні корелювати з природоохоронними директивами Європейського Союзу з метою поступового наближення вітчизняного сільськогосподарського товаровиробника до форм і методів, які продукуються в країнах Західної Європи;

- доповнити перелік інструментів фіскального стимулювання землекористувачів до збільшення площ пасовищ та сіножатей, щоб спонукати сільськогосподарських виробників нарощувати ресурсну базу тваринництва. Зазначене в підсумку сформує сприятливі передумови для розширення масштабів органічного землеробства та підвищить рівень комплексності сільськогосподарського виробництва в цілому;

- у контексті реалізації напрямів реінжинірингу використання осушених земель забезпечити суттєве збільшення обсягів інвестування проектів модернізації, реконструкції й технічного переоснащення меліоративних систем і здійснення комплексу природооблаштувальних заходів через упровадження сучасних форм фінансово-економічної підтримки відновлення потенціалу осушених земель, зокрема укладання угод державно-приватного партнерства стосовно експлуатації міжгосподарських і внутрішньогосподарських гідротехнічних споруд. Для цього в Законі України «Про державно-приватне

партнерство» необхідно чітко ідентифікувати державних (комунальних) та приватних партнерів щодо використання зазначених споруд; інституціоналізувати форми державно-приватного партнерства, які можуть поширюватися на мережі гідротехнічних споруд у зоні осушення (кластери, холдинги, асоціації, концесії, оренда).

Водні ресурси. Основні пріоритети сталого водокористування мають орієнтуватися на стимулювання його раціоналізації та екологізації через упровадження водоощадливих, мало- й безводних технологій. Інноваційне спрямування інституціональних перетворень повинно базуватися на фундаментальному аналізі можливих змін у базисі й надбудові водогосподарського комплексу, щоб не допустити екологодеструктивних тенденцій у водному балансі країни і здійснювати конструктивний регулюючий вплив на темпи, пропорції та масштаби залучення водних ресурсів у господарський оборот.

Пріоритетними заходами у сфері оптимізації сталого водокористування повинні бути:

- збалансоване водозабезпечення різних галузей економіки і соціальної сфери з урахуванням екологічних вимог до забезпечення водних об'єктів;
- запобігання подальшому виснаженню водних ресурсів;
- розроблення та впровадження систем відтворення водних ресурсів на територіях, що зазнали значного техногенного навантаження;
- упровадження прогресивних технологій водозабезпечення, водокористування, водовідведення;
- подальше впровадження басейнового принципу управління водокористуванням;

упередження розвитку небезпечних природних і техногенних явищ та процесів при експлуатації водних об'єктів;

- удосконалення нормативно-правової бази щодо басейнових управ – лінь, у тому числі системи економічних оцінок ефективності водокористування та його екологічності;
- визначення переліку стратегічно важливих водоносних горизонтів підземних вод та меж їх поширення для забезпечення їх охорони;
- удосконалення законодавчої та нормативної бази з питань оподаткування скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти;
- посилення фінансової відповідальності органів місцевого самовряду-

вання всіх рівнів та держави в цілому за реалізацію водоохоронних і водозберігаючих заходів;

- прискорення державного обліку артезіанських свердловин, облаштування їх засобами вимірювання обсягу видобутих підземних вод;
- організація гідрогеодинамічного та гідрогеохімічного моніторингу ресурсоважливих водоносних горизонтів з аналізом максимально можливої кількості показників складу вод і розробка заходів щодо попередження можливого погіршення їх якості.

Лісові ресурси. Підґрунтям національної стратегії збалансованого лісоресурсного розвитку мають бути екологічні та соціальні пріоритети. Основні напрями екологічно орієнтованого лісоресурсного розвитку держави чи регіону та управління лісами мають ґрунтуватися на концепціях бережливого ставлення до лісових екосистем як важливої складової навколишнього природного середовища, раціонального використання лісових ресурсів та збалансованого розвитку галузі. Зазначене можливо реалізувати в концептуальних напрямках управління лісами і лісовим господарством України на засадах сталості.

Збір (рентна плата) за спеціальне використання лісових ресурсів потребує подальшого вдосконалення як у напрямі диференціації нормативів плати, так і розширення бази оподаткування. Потенційно вже сьогодні надходження такого збору можливо суттєво збільшити за рахунок доповнення переліку лісоресурсними об'єктами, використання яких буде оподатковуватися.

З метою нарощення масштабів відтворення лісів шляхом садіння та висівання, а також природного поновлення у базових нормативно-правових актах, які регулюють сферу природокористування, необхідно закласти відповідні стимули для суб'єктів лісогосподарського й аграрного підприємництва, а також домогосподарств у сільській місцевості. Такими заохоченнями можуть бути відшкодування названим суб'єктам утрат, пов'язаних із розширенням масштабів агролісомеліоративних заходів.

Актуальним завданням є формування системи стимулювання окремих суб'єктів підприємницької діяльності до збільшення лісовкритих площ. Це зумовлено необхідністю зменшення рівня розораності території України, зокрема шляхом заліснення, що дасть можливість укріпити агроландшафти й усунути численні прояви деградації ґрунтів. Розширення лісовкритих площ також поступово сприятиме нарощенню асиміляційної місткості окремих територій, що забезпечить виконання вимог численних міжнародних природоохоронних конвенцій і підвищення інвестиційної привабливості природно-ресурсних активів, та в остаточному підсумку стимулюватиме соціально-економічне піднесення держави.

Плантаційне лісовирощування в Україні може стати основою формування інноваційних технопарків на базі спеціалізованих лісогосподарських підприємств та науково-дослідних інститутів із залученням підприємницьких структур. Для цього слід розширити спектр форм установа партнерських відносин між державою в особі підрозділів Державного агентства лісових ресурсів України та суб'єктами лісогосподарського підприємництва через внесення відповідних змін до Закону України «Про державно-приватне партнерство». Прискорити процеси заліснення малопродуктивних земель та неугідь могло б спрощення процедури зміни цільового призначення земель шляхом унесення відповідних коректив до Земельного та Лісового кодексів України, а також Порядку зміни цільового призначення земель, які перебувають у власності громадян або юридичних осіб, у частині переведення їх із категорії сільськогосподарських у лісовкриті.

Для нарощування потенціалу лісопереробки з метою досягнення високого рівня поглибленої переробки лісосировини й виробництва лісопродукції з високою часткою доданої вартості необхідно на національному рівні сформувати та забезпечити реалізацію організаційно-економічного механізму стимулювання цих процесів, який передбачатиме комбіноване застосування спеціальних інструментів. Основою реалізації стимулюючих дій повинна бути зацікавленість усіх задіяних сторін (власників переробних підприємств, працівників, держави, територіальних громад) у досягненні спільних цілей:

- отримання додаткових прибутків, повна зайнятість, збільшення рівня заробітної плати працівників;
- зменшення сировинного експорту, повне завантаження існуючих та відкриття нових лісопереробних виробництв;
- раціональне й комплексне використання наявного лісоресурсного потенціалу;
- збільшення надходжень до бюджетів усіх рівнів, створення нових робочих місць за рахунок зростання обсягів виробництва продукції лісопереробки.

Серед найбільш дієвих інструментів стимулювання варто виділити такі:

- повну або часткову компенсацію відсотків за кредитами комерційних банків, отриманих для реалізації інвестиційних проектів у сфері поглибленої лісопереробки;
- надання різноманітних податкових пільг підприємствам з поглибленої лісопереробки (зменшення або анулювання на певний період ставки податку на прибуток, імпортного мита за ввезення обладнання та запчастин до нього, першочергове відшкодування вхідного ПДВ експортерам);

- збільшення ставок ввізного мита на зарубіжну продукцію поглибленої лісопереробки, яка має вітчизняні аналоги;
- зменшення ставок оподаткування дивідендних доходів приватних інвесторів, у тому числі зарубіжних;
- фінансову, технічну, організаційну та юридичну підтримку з боку держави вітчизняних виробників щодо впровадження міжнародних стандартів якості сировини, продукції і технологічних процесів у сфері лісопереробки;
- прогресивне зменшення ставок екологічного податку виробникам, які впроваджують екобезпечні та енергоефективні технології поглибленої лісопереробки.

Ще одним аспектом є створення державно-приватних партнерств за участю спеціалізованих лісогосподарських підприємств, суб'єктів аграрного підприємництва і підприємств комунального господарства в частині виробництва паливних деревних ресурсів з відходів лісосічного виробництва, розширення масштабів здійснення агролісомеліоративних заходів, заліснення малопродуктивних земель, заготівлі та переробки недеревних ресурсів, розвитку мисливського господарства й рекреаційного лісівництва (внесення до сфери застосування угод державно-приватного партнерства лісових та лісогосподарських об'єктів – 4 стаття Закону України «Про державно-приватне партнерство»).

Відповідно до практики країн Європейського Союзу в Україні необхідно розширити перелік інструментів економічного стимулювання відтворення, відновлення та охорони лісових ресурсів, а також комплексного використання лісоресурсного потенціалу, увівши до Лісового кодексу спеціальну главу – «Економічне стимулювання раціонального використання лісоресурсного потенціалу».

Мінеральні ресурси. Відкритість економіки України, процеси глобалізації та інтеграції в довгостроковій перспективі зумовлюють вирішення наступних завдань для забезпечення сталого розвитку вітчизняного мінерально-сировинного комплексу:

- зростання його економічної ролі комплексу в національному господарстві та створення загальнодержавного мультиплікаційного ефекту (розвиток галузей національного господарського комплексу, пов'язаних з використанням мінеральних ресурсів);
- підвищення економічної ефективності видобутку та використання

мінеральних ресурсів на основі комплексного видобування й інноваційних технологій на всіх етапах (від геологорозвідки до застосування мінерально-сировинних відходів техногенного походження);

- збалансування комплексного розвитку вітчизняної мінерально-сировинної бази для забезпечення економіки всіма видами мінеральної сировини переважно власного видобутку;

- розроблення та впровадження у практику ефективного економічного механізму управління вітчизняним фондом надр на основі принципу рентного доходу;

- практичне використання механізму примусового ведення геологорозвідувальних робіт гірничодобувними компаніями, що забезпечить належний рівень відтворення мінерально-сировинної бази;

- здійснення моніторингу за станом розвитку вітчизняної мінерально-сировинної бази на основі геоінформаційних технологій;

- забезпечення пайової участі держави в капіталі вітчизняних гірничодобувних компаній через купівлю акцій цих підприємств урядовими структурами. Кошти на викуп акцій мають накопичуватись державою від платежів за користування надрами на основі рентного доходу. Так, держава на правах акціонера делегує своїх представників у раду директорів і менеджмент гірничодобувних компаній та контролює таким чином фінансові потоки (забезпечується підсилення ролі інституту державного регулювання надрокористування);

- формування у сфері надрокористування цілісних регіональних промислових комплексів (кластерних структур) та корпорацій міжгалузевого профілю, у першу чергу транснаціональних корпорацій (наразі в Україні немає інституту ТНК) на основі власного мінерально-сировинного комплексу;

- оптимізація обсягів та розширення диверсифікації джерел інвестицій при видобуванні, споживанні й охороні мінеральних ресурсів;

- розвиток державного регулювання експортно-імпортних операцій стратегічних для економіки України видів мінеральної сировини;

- коригування системи ліцензування та регламентації режимів надрокористування.

Відповідні завдання необхідно включити і до перспективного варіанта державної стратегії сталого розвитку України.

2.2. Сучасні методи та методологія дослідження моделювання «сталого природокористування» із застосуванням ГІС-технологій

Наявні дані щодо динаміки змін параметрів основних природних ресурсів (земельних, водних, лісових, мінеральних тощо) можуть із застосуванням геоінформаційних технологій слугувати основою для дослідження і моделювання «сталого природокористування».

Незважаючи на те, що дані, які зберігаються в ГІС, представляють собою головну цінність, вони приносять реальну користь лише при їх використанні в процесі вирішення прикладних задач. Кожна ГІС, разом із модулями для введення і виведення даних, обов'язково має засоби, призначені для виконання загальних функцій просторового аналізу і вирішення специфічних задач користувача.

На місцевому рівні застосування геоінформаційних систем йде в напрямку побудови комплексних, корпоративних та муніципальних ГІС (КГІС або МГІС) з метою консолідації всіх муніципальних інформаційних ресурсів в єдиному сховищі даних на єдиній геопросторовій основі з використанням єдиної системи кодування і класифікації об'єктів обліку. В такому випадку МГІС можна розглядати як інструмент підвищення ефективності та прозорості роботи органів місцевого самоврядування (наповнення бюджету, оптимальних витрат бюджету, у тому числі енергозбереження, інформування населення, звернення населення, підтримка підприємств, об'єктів для інвестування тощо).

Такі МГІС можуть охоплювати всі сфери муніципального управління (соціально-економічний стан, економіка та фінанси, екологія і природокористування, транспорт і зв'язок, комунальне господарство, архітектура і будівництво, охорона здоров'я, освіта і культура, громадський порядок і безпека, ліквідація надзвичайних ситуацій, соціально-політичний стан, адміністративне управління і політика тощо), синхронізувати між собою процеси своєї діяльності та вирішити задачі оптимального планування і забудови, оптимального розміщення і реконструкції зон виробництва, житла й відпочинку, визначення оптимального числа і розташування суспільних центрів, оптимізації системи транспорту і системи інженерного устаткування.

Світовий досвід показує, що ефективне інформаційне забезпечення територіального планування і управління територіями можливо тільки на базі геоінформаційних технологій, які забезпечують збереження і пошук необхідної інформації, яка «прив'язана» до конкретних об'єктів спеціально створеної цифрової карти території.

ГІС представляє собою технологічну платформу корпоративного класу, що дозволяє зрозуміти просторові взаємозв'язки і вирішувати складні питання

адміністративно-господарського управління, і тому є технологічною підкладкою застосування управлінських рішень.

Вирішення завдання територіального планування та управління, наприклад, виділення функціональних зон, передбачає застосування методів геоінформаційного моделювання, що використовуються, як на етапі збору інформації, так і на етапах аналізу і синтезу, а також підтримки прийняття рішень щодо висновків аналізу проектних рішень. При цьому найбільше значення ГІС-технології мають при обробці початкової інформації та виконанні синтезу, тоді як розробка проектних рішень вимагає безпосередньо експертної роботи проектувальника.

З наукової точки зору, ГІС – це засіб моделювання і пізнання природних і соціально-економічних процесів. Тобто, ГІС може одночасно розглядатися як інструмент наукового дослідження і як технологія і продукт інформаційної індустрії. ГІС у системі територіального планування та управління територією – це міжвідомча система, яка повинна забезпечувати достовірними геоінформаційними даними всіх учасників процесу управління територіальним розвитком відповідного рівня, а саме: органи державної влади і місцевого самоуправління, міністерства і відомства, агенції, інвестори, фізичні і юридичні особи, проектні, вишукувальні і будівельні підприємства і організації, органи державної статистики та інші інформаційні служби

Поширення впровадження ГІС та інших сучасних інформаційних технологій має забезпечити концептуальну і подальшу функціональну взаємодію загальнодержавних, регіональних і місцевих структур у сфері земельних відносин і геодезичних питань, діяльності містобудівних і комунальних служб, технічної інвентаризації та спеціалізованих оціночних організацій, у питаннях розбудови сучасних управлінських систем водокористування, лісокористування, екологічного моніторингу і техногенно-екологічної безпеки, відновлення та розвитку транс'європейського транзиту пасажирів, вантажів і енергоносіїв, туристично-рекреаційної діяльності та за багатьма іншими визначальними напрямками сталого розвитку територій.

Ключовими компонентами програмного забезпечення ГІС для дослідження моделювання «сталого природокористування» із застосуванням ГІС-технологій є:

- а) інструменти для введення та оперування географічною інформацією;
- б) система управління базами даних (СУБД) (англ. data base management system, DBMS),
- в) інструменти підтримки просторових запитів, аналізу та візуалізації (відображення);

г) графічний інтерфейс користувача (англійською graphical user interface, GUI) для полегшеного доступу до інструментів.

Окрім систем, що застосовуються безпосередньо у проектуванні і для розвитку територій, прикладом регіональної ГІС широкого призначення є системи управління станом довкілля, що оперують, зокрема, такими параметрами як:

- 1) метеорологічна інформація, що містить дані про забруднення повітряного басейну;
- 2) гідрологічна інформація, а також інформація про гідроспороди та водне господарство;
- 3) дані про ґрунти, земельні ресурси та структуру землекористування;
- 4) відомості про біологічні ресурси, включаючи дані про вплив діяльності людини на живі організми;
- 5) соціально-економічні характеристики: дані про соціальні умови, економіку, торгівлю, управлінські установи тощо;
- 6) картографічні та геодезичні дані (аерофотозйомки, карти тощо) стосовно конкретної території тощо.

Головним засобом для застосування ГІС у системі територіального управління є створення, постійне вдосконалення і послідовне розширення мережі користувачів ГІС, що взаємодіють за принципом системи розподілених баз уніфікованих даних і які обмінюються інформацією за спільно виробленими протоколами.

Основна ідея ГІС – пов'язування даних на карті з базами даних. В принципі, ГІС можна розглядати як певне розширення концепції баз даних. Застосування карт при аналізі має свою історію. Однак, якщо раніше карта, зазвичай, була кінцевим етапом у вигляді статичної ілюстрації, то на сучасному етапі, за допомогою ГІС, її можна використовувати для аналізу в реальному часі, інтерактивно формулюючи запити по усім видам тематичних характеристик існуючої ГІС і практично миттєво отримувати відповіді як у графічній, так і табличній формах.

Можливість здійснювати аналіз і дослідження моделювання «сталого природокористування» є найважливішою функцією практичного застосування ГІС і дозволяє задіяти весь спектр їх функціональних можливостей, а оперативність розрахунків може за короткий проміжок часу перевірити велику кількість припущень і гіпотез і підібрати найбільш несуперечливі з них.

Геоінформаційний (просторовий) аналіз – багатоаспектне поняття, яке представляє собою аналіз взаємного просторового розташування різноманітних об'єктів на векторних або растрових зображеннях та аналіз атрибутивної інформації про них.

Будь-яка процедура аналізу даних починається з пошуку і відбору даних у відповідності до запиту користувача. В ГІС для цілей дослідження моделювання «сталого природокористування» підтримується можливість аналізу даних у різних режимах: модельному, експертному, довідковому та статистичному.

У разі необхідності виконується статистичний аналіз (кореляційний, регресивний, факторний, дисперсійний), що дає можливість робити висновки про однорідність вибірки, вирішувати завдання класифікації, районування. Вірогідність результатів моделювання також перевіряються за допомогою статистичних критеріїв. Сукупність аналітичних процедур, котрі зазвичай входять до складу блоків аналізу геоінформаційних пакетів з розвинутими аналітичними можливостями, можна поділити на такі групи [14]:

- візуалізація;
- картометричні операції;
- операції вибору;
- рекласифікація;
- картографічна алгебра;
- статистичний аналіз;
- просторовий аналіз;
- оверлейний аналіз;
- аналіз мереж

Наведена класифікація є умовною, проте вона досить повно представляє спектр аналітичних процедур, котрі входять до складу сучасних інструментальних ГІС. Крім зазначених, в геоінформаційних пакетах, орієнтованих на вирішення завдань, пов'язаних з проблемами навколишнього середовища, зокрема екологічними, в окрему групу виділяють:

- аналітичні процедури, що базуються на цифровій моделі рельєфу;
- операції просторової інтерполяції, завданням яких є побудова безперервних поверхонь на основі наборів дискретних просторово-розподілених даних.

Вибір методів геоінформаційного аналізу, в першу чергу залежать від розв'язуваної задачі і моделі (формату) використовуваних даних.

Однією з найважливіших функцій ГІС є можливість виконання просторового аналізу та моделюючих операцій над даними. Характерною рисою будь-якої ГІС є:

- виконувати нею функції опрацювання просторово-атрибутивної інформації;
- набір функцій для створення запитів даних, які знаходяться в ній. Запити дозволяють формувати вибірку різноманітних об'єктів (у тому числі й

просторових), на підставі створених критеріїв, які також можуть формулюватися мовою просторових взаємовідношень.

Найпростішою формою просторових запитів є отримання характеристик об'єкта, вказавши на нього курсором на екрані. І зворотна операція—відтворення об'єктів із заданими значеннями атрибутів. Аналітичні методи можуть бути як дуже простими (накладення тематичних шарів карт для створення нових, розрахунок площ, периметрів, пошуку близькості об'єктів, найкоротших відстаней), так і більш складними, що включають багатомірні моделі, котрі імітують реальний світ шляхом поєднання багатьох тематичних шарів інформації.

Аналітичні засоби ГІС включають доволі різноманітний інструментарій для проведення операцій з просторовими об'єктами. Відсутність єдиної класифікації на просторовий аналіз, породжує велику кількість різних трактувань і переліків, що відображають різність поглядів на суть аналітичного процесу взагалі.

Просторовий аналіз дозволяє отримати реальні процеси динаміки об'єктів, явищ, шляхом розробки та застосування моделей. Моделі дозволяють виявити тенденції змін географічних даних, опрацювати цю інформацію і тим самим виробити нову інформацію. За допомогою ГІС, цей процес суттєво удосконалюється, надаючи функції, котрі можуть комбінуватися різними послідовностями для наступної побудови нових моделей. Ці моделі дозволяють виявляти як нові, так і попередньо не усвідомлені (не виявлені, не знайдені) взаємозв'язки як всередині наборів даних, так і між ними, удосконалюючи цим знання про реальний об'єкт або навколишнє середовище.

Результати аналізу можуть бути представлені як у вигляді карт, так і у вигляді певних звітів, або їх поєднанням, які допомагають спрогнозувати сталий розвиток природокористування. Як показує досвід, карти краще використати для відтворення просторових взаємозв'язків, а звіти краще підходять для представлення атрибутивних даних і документування будь-яких обчислювальних даних.

Починаючи аналіз, необхідно визначити, яку саме інформацію необхідно отримати, щоб досягти поставленої мети. Правильна постановка найчастіше допомагає визначити як краще підійти до аналізу, який метод чи методику ефективніше використати і як краще представити результати.

В процесі аналізу даних, можна визначити об'єктивність і необхідність отриманої інформації, прийняти рішення про повторення аналізу з іншими параметрами або застосування іншого методу. ГІС дозволяє порівняно легко виконувати необхідні зміни і отримувати новий результат. Можна також оперативно порівняти результати різних аналізів і побачити, який метод

відображає інформацію найбільш точно. За ефективністю і різноманітністю засобів відображення даних, важко знайти серед інших інформаційних систем, такі які могли б конкурувати з ГІС. Результати аналізу можуть бути представлені як у вигляді карти, такі у вигляді значень або таблиці, або діаграми. Ефективність аналізу істотно зростає при використанні бази даних, в якій зберігаються різноманітні дані, отримані на різних етапах аналізу, для подальшого використання у різних сферах діяльності, зокрема територіальному землеустрою.

Сучасне раціональне використання природних ресурсів має базуватись на застосуванні цифрових моделей рельєфу (ЦМР), адже саме рельєф є потужним фактором, який зумовлює як природний потенціал земель так і умови їх безпечного використання. При дослідженнях широко використовуються ЦМР (та похідні способи зображення рельєфу) як засіб цифрового представлення рельєфу у вигляді сукупності відміток висот у вузлах регулярної мережі з утворенням матриці висот, нерегулярній трикутній мережі або сукупності записів горизонталей. Застосування ЦМР при аналізі і моделюванні природокористування має багато аспектів: наприклад, від виділення еколого-технологічних груп земель до планування дорожньої мережі.

Програмне забезпечення доцільно створювати на основі використання серверних та веб-застосувань ГІС із залученням інструментів моделювання та аналізу для отримання належних результатів. Крім того, для створення спеціальних карт та документів, які вимагають виконання складного інтерактивного геопросторового аналізу, доцільно застосовувати стандартні ГІС інструменти, такі як ArcMap, ArcTools, QGIS тощо. Такий підхід дозволяє забезпечити більш широке використання геопросторових даних для дослідження моделювання «сталого природокористування», планування і управління територією.

Висновок до розділу 2.

Господарською практикою доведено, що серед усіх наявних в Україні видів ресурсів саме природні – земельні, водні, лісові, мінеральні тощо – є водночас основним підґрунтям і найбільшою господарською проблемою сталого розвитку. Це пов'язано в першу чергу з їх невисокою капіталізацією.

Системний аналіз природно-екологічного та соціально-економічного стратегічного потенціалу держави доводить, що за рахунок резервних можливостей активізації політики сталого розвитку, серед яких, зокрема, капіталізація природно-ресурсного, соціального та виробничого капіталу з урахуванням корпоративного характеру національної (за фактом ліберально-

економічної) моделі економіки, можна створити достатньо потужне підґрунтя для розбудови в майбутньому новітньої «зеленої» економіки, забезпечити стале природокористування й економічний розвиток загалом, досягнувши суспільного ладу з повноцінною реалізацією функцій соціальної держави.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Геологічна вивченість об'єкту досліджень

За останні десятиріччя в регіоні Карпат та, зокрема, в Закарпатті почастишали випадки екологічних катастроф. Істотно впливають на виникнення надзвичайних ситуацій понад 20 видів геологічних процесів природного, природно-техногенного і техногенного походження. Найбільш поширеними і небезпечними на території України є зсуви, підтоплення, просідання, ерозія, абразія і карст. Основною руйнівною силою цих процесів є ґрунтові води. Зокрема, рівень підземних вод на Закарпатській низовині з кінця 60-х років минулого століття до початку 90-х знизився приблизно на 2 м, а із середини 80-х спостерігається тенденція до підвищення середньорічної температури повітря та збільшення кількості сумарних атмосферних опадів, що є певною мірою наслідком потепління клімату.

За даними Державної геологічної служби в межах території України зафіксовано понад 26,0 тис. поверхневих та підземних карстопроявів. У районах ведення гірничих робіт та інтенсивного техногенного навантаження продовжується розвиток техногенного карсту, інколи з катастрофічними проявами процесу.

Особливого розвитку цей процес набув у районах видобування соляних корисних копалин (Солотвинське, Калуське, Ново-Карфагенське тощо) в межах Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської та Донецької областей.

Солотвинське родовище кам'яної солі розміщене в південно-східній частині Тячівського району Закарпатської області та приурочене до Верхньотисянської (Солотвинської) западини Закарпатського прогину. Приповерхнєве залягання кам'яної солі, що утворилося внаслідок постседиментаційного галокінезу – тиску на соляні породи теригенних товщ, які залягають вище, їх перехід у ластичнотекучий стан та видавлювання у приповерхнєву ділянку розрізу. При цьому переміщення пластично-текучих соляних мас відбувалося з ділянки підвищеного геостатичного тиску до області його понижених значень.

З погляду тектоніки Солотвинське родовище є штоком солянодіапірової структури. Під четвертинними відкладами шток має в плані грушоподібну форму завдовжки 1880 м і завширшки 760 м. Довга вісь орієнтована в напрямку північний захід – південний схід. Соляний шток має асиметричну будову. Південно-західне крило круте (60–80°), а північно-східне – пологіше (до 60°).

З погляду геоморфології Солотвинське родовище лежить у межах широкої долини р.Тиси, у правобережній її частині, на ділянках поширення другої і

частково першої над-заплавної терас (район Затону – старих затоплених шахт, де локалізовані соляні озера).

Родовище локалізовано в межах зони гумідного клімату, де кількість опадів майже вдвічі переважає кількість випаруваної вологи. Середня багаторічна кількість опадів дорівнює 873 мм, з яких 45% випадає в травні–серпні, при зафіксованому максимумі 294 мм. Інфільтрація атмосферних вод відбувається у четвертинні відклади з перетоком у бокові вмісні породи та до рівня соляного дзеркала. [15]

Установлена в природних умовах гідродинамічна рівновага на Солотвинському родовищі була порушена наприкінці XVIII – у другій половині XX ст., коли почалося будівництво глибших копалень, порівняно з тими, що були тут у середні віки. Це шахти «Христина» (1778 р.), «Альберт» (1781 р.), «Кунігунда» (1789 р.), «Миколай» (1798 р.), «Старий Людвіг» – шахта № 7 (1808 р.), шахта № 8 (1886 р.) та шахта № 9 (1975 р.). Пройдені близько поверхні підземні виробки старих шахт стали місцями проникнення надсольових вод у соленосну товщу. Сьогодні усі копальні, крім шахти № 8, затоплені. У шахті № 8 рівень ропи підтримується на відмітці 60 м в умовах частково засипаного ствола копальні.

Єдиним способом захисту гірничих виробок було облаштування дренажу для перехоплення надсольових вод за допомогою дренажних штолень та водовідливних шурфів на рівні палагу. Ці виробки значно стримували розвиток карсту. Саме порушення їх роботи в останні 15–20 років призвело до тих катастрофічних наслідків, які сьогодні спостерігаються на родовищі. У штольнях та шурфах фіксувалися часті вивали, які блокували самовитік здренованих вод. Ці вивали вчасно не ліквідовувалися через недофінансування Солотвинського солерудника. Утворювалися штучні греблі, які створювали підпір надсольових вод і їх пришвидшену інфільтрацію у соляний масив по ослаблених зонах, насамперед у районі Чорного Мочара, де деформація денної поверхні, зумовлена розвитком соляного карсту, в останні роки проходила дуже динамічно. На Солотвинському родовищі поширені і поверхневі, і підземні прояви соляного карсту. На денній поверхні поверхневі форми соляного карсту представлені карами, понорами, лійками, блюдцеподібними пониженнями рельєфу, колодязями й печерами. Карсти розвиваються на відслоненнях кам'яної солі, що виходять на денну поверхню. До недавнього часу класичні соляні карі розвивалися на поверхні соляних скель у районі соляного озера Кунігунда. Внаслідок інтенсивних опадів сіль розчинялася та боріздками стікала у пониження рельєфу, залишаючи за собою гострі шпильчасті карові гребені. На сьогодні ці скелі та карі як форми відкритого соляного карсту повністю розчинені чи пересипані глиною. Спостереження засвідчують, що під впливом

дошової води найінтенсивніше розчиняються нахилені поверхні кам'яної солі, а найменше – вертикальні та горизонтальні. Це пов'язано з тим, що на схилах соляних скель соляні розчини швидко переміщуються вниз і не захищають їх від розчинення новими порціями агресивної до солі прісної води. Вертикальні поверхні розчиняються слабо – через меншу ймовірність потрапляння на них значних скупчень атмосферної вологи. Найбільший розмір карстових вирв притаманний для шахти № 7 та № 8, де діаметр досягає 250 та 200 м відповідно при видимій глибині до 75 м (рис.3.1)



Рис. 3.1 Найбільші карстові вирви в межах Солотвинського родовища над виробленим простором шахт

Наведені дані свідчать про сучасний критичний та катастрофічний стан геологічного середовища в межах Солотвинського родовища кам'яної солі, що пов'язано насамперед з інтенсивним розвитком соляного карсту в останні роки. Порушення сталого в геологічному часі природного режиму надсолевих вод призвело до активізації розчинення солей. Наявність розгалуженої системи дренажних виробок в основі четвертинних відкладень та у верхній частині соляного тіла створило зони підземного розвантаження, розширило зону активного водообміну до легкорозчинної кам'яної солі та стало головною причиною інтенсивного закарстовування території. Унаслідок затоплення шахт № 8 та № 9 це призвело до розширення природних і утворення нових карстових каналів, руйнування водотривкої покривки (палагу) та утворення провалів, через які поступають атмосферні води. Техногенно активізований карст у межах Солотвинського родовища спричинив радикальні зміни рельєфу земної поверхні,

збільшення коефіцієнту стоку, зміни місць живлення і розвантаження підземних вод.

Розширення карстових каналів, які оточують соляний купол, найінтенсивніше проходило в період затоплення шахти № 9. У результаті утворився високопроникливий канал, який пов'язує озера Затону з провалом Чорний Мочар. Відмітка рівня води в озері Чорний Мочар становить 264 м, в озерах Затону – 256–257 м. Наявність такої різниці напорів свідчить про те, що частина карстового каналу заповнена провальними відкладеннями, через які здійснюється фільтрація води від зони живлення на сході до зони розвантаження в озерах. Зараз аналогічні процеси розширення карстових каналів здійснюються на східному схилі купола, на шляху руху води від Чорного Мочара і штольні «Тиса» до системи дренажних виробок шахти № 8. Це супроводжується численними провалами поверхні вздовж потоку води.

Руйнування водотривкої покривки (палагу) проходить внаслідок провалів. Провали над карстовими порожнинами та дренажними виробками забезпечують зв'язок карстових вод з атмосферою. Приток прісної атмосферної води в провали призводить до їх росту і викликає зміни рельєфу та гідрографічної мережі. Колишні потоки Глод і Ізвор нині впадають у провали, весь поверхневий стік перейшов у підземний. У перспективі, після затоплення шахти № 8, функціонуватимуть три підземних потоки: потік по карстовому горизонті на півночі, штольня «Тиса» на сході і потік Ізвор по штольні «Південній». [15]

Це визначило загальна мету експериментальних досліджень науково-дослідної роботи – розроблення комплексної методики для моніторингу за карстовими проявами та деформаційними зміщеннями (деформаційними процесами земної поверхні) на території смт. Солотвино для попередження природних катастроф, забезпечення безпеки населення, об'єктів економіки та інфраструктури, руйнування комунікацій.

Обстежувана територія має всі першопричини для появи і широкого розвитку деформаційних зміщень земної поверхні; висока крутизна схилів обумовлює гравітаційну асиметрію; водонасиченість надр і високий рівень дзеркала підземних вод; глобальне потепління, що приводить до перезволоження глинистого матеріалу і його текучості; чергування засушливих періодів із зливовим характером опадів, крім того на обстежувану територію впливають як глибокофокусні землетруси (зони Вранча в Румунії), так і місцеві землетруси. Антропогенна діяльність посилює ці процеси. *Найбільше вражають зміни рельєфу, обумовлені техногенно активізованим соляним карстом у межах Солотвинського родовища. До тепер достеменно не відомо, чим викликані деформації земної поверхні: чи пов'язані із соляним карстом, чи спричиненні сильними дощами, що зумовлюють підняття підземних вод, чи викликані дією*

тектонічних плит. За останні двадцять років на об'єкті, що досліджується, не проводились ніякі види карстомоніторингу, фіксуються лише уже наявні катастрофічні прояви!

Вищезгадані стихійні лиха завдають величезної шкоди навколишньому середовищу і економіці країни. Їх запобігання можливе лише за умови раціонального використання природних ресурсів та створення загальної системи заходів, що перешкоджатимуть виникненню нових зон стихійних лих. Карстомоніторинг, як основа оптимального освоєння закарстованих територій, є одним із основних способів протикарстового захисту. Під ним розуміють в першу чергу спостереження за станом території, умовами та основними факторами карстоутворення та небезпечними карстопроявами, збір, аналіз, обробка, зберігання та поширення даних, своєчасне попередження (прогноз) можливих критичних ситуацій.

3.2. Геодезичне забезпечення об'єкту дослідження

Для визначення і обґрунтування складу та обсягів топографо-геодезичних робіт, що проектуються, визначення методів і технологій їх виконання, розрахунків точності і мінімізації собівартості робіт, - на район вишукувань вивчалась інформація про забезпеченість території планово-висотними геодезичними мережами, топографічними картами і аерофотозйомками з робіт минулих років.

Вивчались їх кількісні і якісні параметри та характеристики на предмет відповідності нині діючим нормативним вимогам та встановлення можливості і доцільності їх використання.

Збирання й аналіз матеріалів вишукувань минулих років проводилося в Державному картографічно-геодезичному фонді, і інших організаціях, що мають у своєму розпорядженні топографо-геодезичні матеріали. Оглядові відомості про існуючі на район робіт топографо-геодезичні, картографічні та аерофотознімальні матеріали – дивіться в таблицях «3.1» і «3.2»

Таблиця 3.1

Оглядові дані про геодезичну забезпеченість в районі вишукувань

№ п/п	Вид робіт, клас, точність, тощо	Виконавець робіт, рік виконання, інші дані	Місцезнаходження Каталогів координат та висот, Технічних звітів про виконані роботи, даних, тощо.
1.	Пункти Державної геодезичної мережі (ДГМ), 1 – 4 класів.	Підприємства ГУГК СРСР, Укргеодезкартографії та Держгеокадастру України.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Держкартгеофонд України 2. Управління з питань містобудування та архітектури Закарпатської області 3. Управління архітектури та містобудування Рахівської та Тячівської міських рад 4. Підприємства – виконавці топографо-геодезичних робіт
2.	Пункти геодезичних мереж згущення, 4 кл, 1 і 2 розрядів	Топографо-геодезичні спеціалізовані підприємства, проектно-вишукувальні компанії та підприємці.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Держкартгеофонд України 2. Управління з питань містобудування та архітектури Закарпатської області 3. Управління архітектури та містобудування Рахівської та Тячівської міських рад 4. Виконавці топографо-геодезичних робіт
3.	ГНСС Постійно діюча мережа референціальних станцій GPS в Україні	Оператори мереж.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оператори мереж ГНСС

Таблиця 3.2

Оглядові дані про основні картографічні, аеротопографічні та допоміжні матеріали, що створені раніше на район робіт

№ п/п	Вид матеріалів та характеристики	Виконавець робіт, рік виконання, інші дані	Місцезнаходження планів та карт, Технічних звітів про виконані роботи, , тощо.
А) Топографічні карти і плани та ортофотоплани			
1.	Топографічні карти масштабів 1:10 000, 1:25 000 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000 на папері та в растровому вигляді	Підприємства ГУГК СРСР, Укргеодезкартографії, Держгеокадастру. З 1960-х рр до цього часу	1. Держкартгеофонд України 2. Підприємства – виконавці топографо-геодезичних робіт
2.	Растрові копії карт масштабу 1:100 000	Можна знайти в Інтернеті	1. Інтернет
3.	Базова цифрова векторна карта України (комбінована із масштабів 1:100 000, 1:200 000)	Науково-дослідний інститут геодезії і картографії 2006-2007 рр	1. Науково-дослідний інститут геодезії і картографії
4.	Цифрові - кадастрові карти та ортофотоплани з точністю масштабу 1:2 000, 1:10 000	Створені по Проекту Світового Банку	1. Держгеокадастр України та його територіальні органи. 2. Публічна кадастрова карта України
5.	Топографічні плани 1:500, 1:2 000 і 1:5 000	Топографо-геодезичні спеціалізовані підприємства, проектно-вишукувальні компанії та підприємці. Створювались по мірі замовлень - в різні роки.	1. Виконавці топографо-геодезичних робіт
6.	Цифрові топографічні плани та ортофотоплани масштабу 1:2 000	ДП «Закарпатгеодезцентр»	1. ДП «Закарпатгеодезцентр»

3.2.1. Створення геодезичної основи

За результатами вивчення інформації про забезпеченість району робіт топографічними картами, аерофотозйомками, ортофотопланами, планово-висотними державними геодезичними мережами, про складність місцевості - визначено, що для кількісної оцінки деформаційних процесів земної поверхні в зоні активних техногенних проявів доцільно виконати побудову знімальної основи для топографічного знімання м-бу 1:500.

До початку робіт на об'єкті, для встановлення єдиного порядку на всіх етапах провадження робіт, до всіх безпосередніх технічних виконавців, що

здіянні в технологічних процесах, доведено технічні і редакційні вимоги щодо змісту і форми дослідних робіт та створення звітних матеріалів за результатами досліджень.

На всіх технологічних етапах виконання робіт здійснюється технічний і редакційний нагляд шляхом постійного керівництва роботою виконавців, перевіркою якості проміжних матеріалів, які знаходяться в роботі, проведенням регулярних технічних і редакційних нарад.

Обстеження вихідних (опорних) планово-висотних геодезичних мереж

Польовим роботам з обстеження пунктів передували збір, вивчення та використання матеріалів топографо-геодезичного забезпечення району робіт:

- каталогів координат геодезичних пунктів М-34-XXXVI (Хуст), М-35-XXXI (Надвірна);
- топографічних карт масштабу 1:100000 М-34-144, М-35-121, 133.

Обстеження та оновлення пунктів планової геодезичної основи

Обстеження та оновлення пунктів ДГМ виконувалось згідно [2].

В результаті виконаних польових робіт встановлено, що на території дослідження немає збережених пунктів планової основи.

Обстеження та оновлення знаків висотної геодезичної мережі

Польовим роботам з обстеження пунктів передували збір, вивчення та використання матеріалів топографо-геодезичного забезпечення району робіт та підготовки необхідних матеріалів для виконання польових робіт:

- зведених каталогів висот пунктів нівелювання I, II, III і IV класів;
- технічних звітів на обстеження нівелірних знаків;
- топографічних карт масштабу 1:10000 на район робіт;
- копій схем нівелірних ліній.

Польове обстеження нівелірних знаків включало наступні роботи:

- розшук нівелірного знака на місцевості та визначення його стану: міцність цементування марки, збереження зовнішнього оформлення. Для стінних знаків визначають стан споруди, в якій закладено знак, наявність і розміри тріщин у стінах, фундаменті, тощо;

- перевірку опису місцеположення нівелірного знака і відповідність його змісту до даних, що вміщені в каталозі;

- визначення координат в системі УСК-2000 з використанням навігаційних GPS-приймачів;

- оформлення технічної документації за результатами обстеження.

Розшук нівелірних знаків проводився за зовнішніми ознаками, що збереглися (залишками каналів зовнішнього оформлення, розпізнавальними

охоронними стовпами тощо), за відомостями про нівелірний знак, що можуть бути отриманими від місцевих жителів.

Всього збережено:

- 2 стінних репери;
- 1 стінна марка

Таблиця 3.3

*Список
Обстежених та оновлених нівелірних знаків*

№ пор.	Тип знака, № марки, клас, рік закладки, тр.м-бу 1:100 000	Опис місцеположення знака	1.Відомості про стан знака. 2.Роботи, які виконані при оновленні знака	Оновлений опис місцеположення знака
1.	Стінний репер б/н І клас, Тип 143, Рік закладки невідомий	Біла Церква с., 1.5 км. на північний схід від східної околиці на підпірній стінці залізничного моста	1.Репер в задовільному стані. 2.Репер очищений від ржавчини і пофарбований	Біла Церква с., 1.5 км. на північний схід від східної околиці на підпірній стінці залізничного моста
2.	Стінний репер 5899 L-35-1-А, Тип 143, рік закладки невідомий, І клас	Хмелів с., західна околиця його, шосе Хуст-Рахів 16 м на північний захід від кілометрового стовпчика 139/268, водовідвідна труба	1.Репер в задовільному стані. 2.Репер очищений від ржавчини і пофарбований	Хмелів с., західна околиця його, шосе Хуст-Рахів 16 м на північний захід від кілометрового стовпчика 139/268, водовідвідна труба
3.	Горизонтальна марка №6716 L-34-12-Б, І клас, Тип 142, 1988 р.	Біла Церква с., 1.5 км. на північний схід від східної околиці його 0.3 км на південний захід від кілометрового стовпа 125/282, північно-західна площа залізничного моста	1.Марка знищена. 2.Міст зруйнований (зсувом).	

№ пор.	Тип знака, № марки, клас, рік закладки, тр.м-бу 1:100 000	Опис місцеположення знака	1.Відомості про стан знака. 2.Роботи, які виконані при оновленні знака	Оновлений опис місцеположення знака
4.	Горизонтальна марка №504 L-34-12-Б, I клас, Тип 143, 1966 р.	Солотвино, в стіні будівлі вокзалу	1.Марка в задовільному стані. 2.Марка пофарбована	Солотвино, в стіні будівлі вокзалу

Геодезичні роботи з рекогностування та закладання центрів пунктів Державної геодезичної мережі

Для забезпечення геодезичною основою топографічних карт згідно вимог Керівного матеріалу та за результатами обстеження пунктів планової геодезичної основи на території об'єктів закріплено 17 пунктів.(Додаток А) Закріплення та зовнішнє оформлення пунктів на незабудованій території виконано згідно Інструкції [21] пунктами типу У 15Н – 10 пунктів, та 7 тимчасовий репери.

При рекогностуванні місцеположення пунктів враховували умови найкращого прийому супутникових сигналів.

Супутникові спостереження на пунктах геодезичної мережі

Для виконання супутникових радіонавігаційних спостережень використовувались двочастотні приймачі системи GPS у комплекті з високоточними геодезичними GPS-антенами. Перед початком робіт із виконання спостережень на пунктах мережі була складена програма та схема спостережень по визначених днях. В програмі вказано індивідуально для кожного пункту графіки спостережень на пункті (виконавець робіт з типом приймача, час початку та закінчення сесії, час перецентрування та переміщення на наступний пункт). Масиви пунктів, що визначаються, обов'язково прив'язуються до не менше ніж 3 пунктів ДГМ 1-2 класу системи координат УСК-2000.[17]

На початку та при закінченні кожного сеансу спостережень за допомогою оптичного центриру антена центрується (перевіряється) над маркою геодезичного пункту, орієнтується на північ та визначається похила висота антени. Виконання робіт проводилось у відповідності до. [20]

Прив'язка знаків висотної геодезичної мережі із використанням навігаційних супутникових приймачів

Наближене визначення координат знаків нівелірних мереж (грунтових, стінних та скельних) I, II, III та IV класів у системі координат УСК-2000, виконувалось із використанням навігаційних супутникових приймачів (навігаторів) із середніми квадратичними похибками, що не перевищують 5 м.

Для їх визначень застосовувались навігаційні приймачі Trimble R8 GNSS, які дозволяють працювати у системі координат УСК-2000.

Для отримання коректних значень координат, їх реєстрували у пам'ять навігаторів через 3-5 хвилин роботи приладу на знаку, який визначався. Визначення проводились тричі із перервою 3-5 хвилини. Результати визначень оформлені відповідно до Керівного технічного матеріалу [16].

Всього визначено координати 17 нівелірних знаків.

Створення топографічного плану

Першим кроком в даній науковій розробці є створення геодезичної основи для проектних та передпроектних вишукувань. Для цього виконано базове топографічне знімання та створено інженерно-геодезичний план з перерізом рельєфу 0,5 м, на якому нанесені існуюча ситуація та рельєф.

План створено у цифровому форматі в програмному продукті *Digital*s методом створення нової електронно-векторної карти та методом оновлення існуючих топографічних карт згідно з [21]

3.2.2. Аерокосмічні технології дослідження об'єкту за допомогою ГНСС

Карстомоніторинг було розпочато із виявлення найнебезпечніших ділянок земної поверхні, які піддаються вертикальним зміщенням. З цією метою використано метод радарної диференційної інтерферометрії SAR, який дозволяє отримати інформацію не тільки про просторовий розподіл деформацій, але і їх зміни в часі. Технологія диференційної інтерферометрії SAR використовує методи радіолокаційного знімання земної поверхні із космічних супутників, на яких встановлені антени з синтезуючою апаратурою (SAR). При дослідженні повільних і малих вертикальних деформацій корисний сигнал на інтерферограмі часто буває неможливо виділити на тлі великої кількості перешкод. Це атмосферні ефекти, неточне знання орбіт і цифрової моделі рельєфу, апаратурні (термічні) шуми. Для вирішення цієї проблеми були розроблені методи стійких відбивачів (PS), засновані на використанні не окремих пар, а серій знімків, на яких виділяються об'єкти, які характеризуються достатньою сталістю характеру зворотного розсіювання. В рамках методу виконується аналіз часових рядів зсувів, з'являється можливість фільтрувати високочастотні за часом перешкоди, мінливі від знімка до знімка. Це дозволяє істотно пригнічувати не тільки апаратурні шуми, а й атмосферні, і орбітальні похибки. При сприятливих умовах

метод стійких відбивачів дозволяє оцінювати зміщення земної поверхні або техногенних об'єктів з точністю до декількох міліметрів (метод "PS" - 4-6 мм для будівель і споруд). Основна відмінність методу PS від класичної радарної інтерферометрії полягає в тому, що він призначений для роботи в умовах вкрай низької когерентності відбитих сигналів, через що переважна частина елементів зображення (пікселів) виявляється неінформативною. Завдання виявлення зрушень підстильної поверхні і вимірювань рельєфу вирішують за допомогою цього методу для обмеженого набору так званих постійних розсіювачів, які виділяються за спеціальною методикою. Метод SBAS (малих базових ліній) також заснований на використанні не окремих пар, а серії знімків, що значно зменшує вплив різних перешкод. Необхідно відзначити, що в рамках методу інтерферограми формуються тільки для тих пар зображень, для яких величини нормальних компонент базової лінії і тимчасових інтервалів між зйомками опорного і парного зображень інтерферометричної пари (тимчасових компонент базової лінії) досить малі, тобто задовольняють заданим пороговим обмеженням (звідси виникає назва методу). Завдяки таким критеріям формування інтерферометричних пар в методі SBAS знижується вплив просторової і тимчасової декореляції сигналів інтерферометричної пари. Даний метод найкращим чином підходить для аналізу зсувів майданних об'єктів (розподілених цілей). В умовах міста даний метод працює гірше, оскільки просторово фаза в міських умовах «забруднена» чергуються ефектами перенакладання і радарної тіні від споруд, що викликає часте чергування високо- і низькокогерентних ділянок і перешкоджає розгортці фази.

Обмеження проведення інтерферометричної обробки даних методами PS, SBAS:

1. Поверхня (об'єкт), яка досліджується не повинна змінюватись в часі в якісному стані, а тільки рухатись по вертикалі (підняття або опускання).
2. Неможливе проведення радарних вимірювань в зимовий період при наявності снігу.
3. Неможлива обробка в місцях з рослинністю (можливо отримати вимірювання в зазначених місцях з кутовими відбивачами).
4. Неможливо отримати вимірювання в місцях з значними перепадами за короткий проміжок часу.

Вхідними даними для гарантовано успішної обробки PS повинні бути не менше 30 знімків однієї і тієї ж території за різні дати, зроблені в одній і тій же геометрії зйомки супутникового радара, для SBAS не менш як 15 знімків [18].

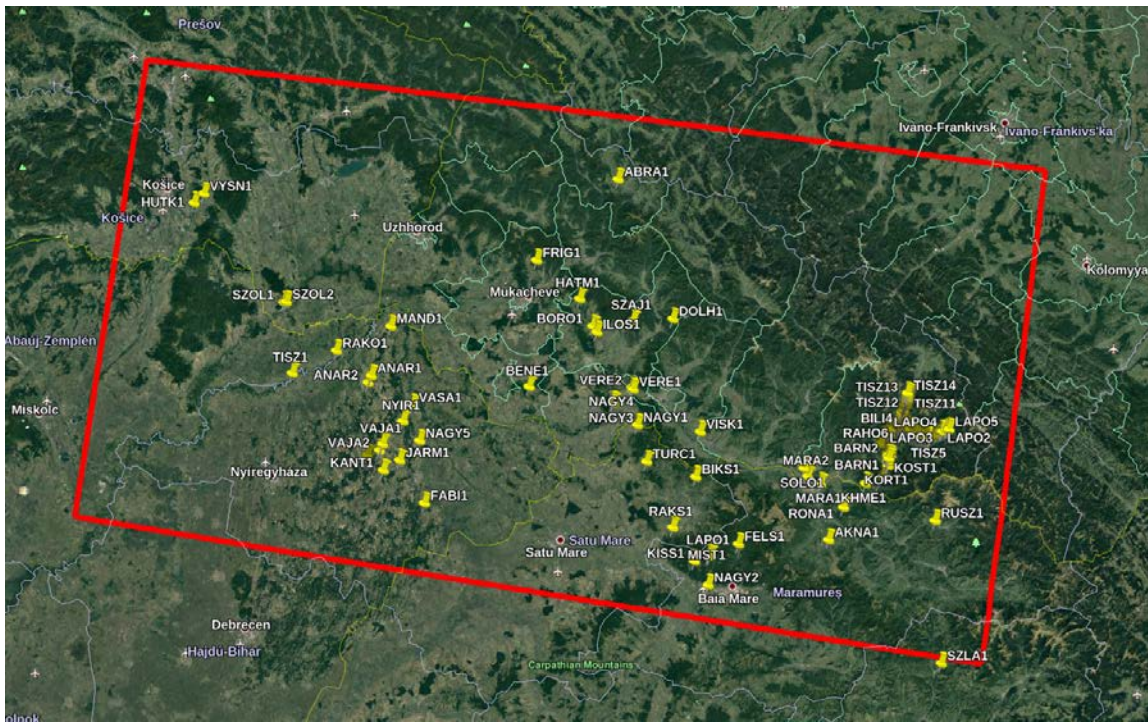


Рис. 3.2. Результати інтерферометрії в районі робіт

Після виявлення на основі супутникової інтерферометрії найбільш небезпечних ділянок для попередження можливих аварій був проведений їх локальний геодезичний моніторинг сучасними геодезичними методами:

1) **Високоточне нівелювання.**

Для вивчення регіональних фонових геодинамічних процесів і ведення спостережень з метою оцінки їх впливу на виникнення природно-техногенних процесів, на першому етапі робіт були створені регіональні лінії на території населеного пункту, за якими буде проводитись нівелювання I-II класу точності відповідно с Інструкцією[19].

Нівелювання було виконано за допомогою цифрового нівеліра DiNi 22.



Рис 3.3. Цифровий нівелір DiNi 22.

Для вивчення регіональних фонових геодинамічних процесів і створення епохи спостережень для цілей оцінки їх впливу на виникнення природно-техногенних процесів в межах об'єктів дослідження, на першому етапі робіт було створено регіональні лінії, за якими виконано нівелювання II класу

точності. Лінії нівелювання спираються на пункти державної нівелірної мережі у вигляді висячих ліній нівелювання або створюють замкнуті полігони. У вузлових точках розташовані пункти раніше виконаних нівелірних робіт з надійним і жорстким закріпленням. При нівелюванні II класу застосовувалися дерев'яні цілісні штативи. Нівелювання II класу точності виконано при використанні комплекту інварних триметрових рейок з VAR- кодом типу LD-13 виробництва фірми Nedo (Німеччина). Рейки забезпечені круглими рівнями і обмежувальними насадками на п'яти для однотипної установки рейок на башмаку. При виконанні кожного вимірювання і, в цілому, повного циклу спостережень на станції прилад аналізував результат вимірювання і при його відповідності встановленим вимогам видавав результат спостереження на табло при одночасному запису в карту пам'яті. Що стосується розбіжності результатів або порушення порядку нівелювання прилад сигналізував про наявність помилок. Рейка встановлювалася на башмаку в апломб за рівнем. Спостереження виконувалися в ранкові та післяполудневі періоди, причому починалися не раніше, ніж через півгодини після сходу сонця і закінчувалися не пізніше, ніж за одну годину до його заходу та велися в період спокійних і виразних зображень. Довжина візування становила від 15 до 50 м. Висота променя візування над поверхнею допускалася не менше 0,5 м. В окремих випадках при довжині променя візування до 30 м, висота променя допускалася не менше 0,3 м. Відстань від місця установки нівеліра до місць встановлення рейок вимірювалися рулеткою. Нерівність відстаней від нівеліра до рейок не перевищувало 1.0 м, а накопичення даних нерівностей по секції не перевищувало 2.0 м. При перервах в роботі спостереження закінчувалися на постійному знаку. На кожній станції обчислювалось значення перевищення. Розбіжності між перевищеннями не перевищували 0,02 мм. Контроль нівелювання по секції між суміжними реперами і по замкнутим ділянкам полягав в наступному: після виконання нівелювання по секції в прямому і зворотному напрямках порівнювалися між собою два значення перевищення; розбіжність між даними значеннями не перевищувало допустимого значення. Якщо розбіжність виходила більше допустимого значення, то нівелювання по секції повторювалося. Явно незадовільне значення перевищення виключалося. Два значення приймалися в обробку, якщо вони не розходилися між собою більше зазначеного допуску та отримані з нівелювання в протилежних напрямках. Проведені роботи по нівелюванню II класу, перший цикл, дозволили отримати дані про значення перевищень між пунктами геодинамічного полігону, тим самим, створивши епоху спостережень. Проведена оцінка точності виконаного нівелювання дозволяє зробити висновок про відповідність результатів нівелювання вимогам для геометричного нівелювання II класу точності. Все це створює сприятливу

основу для продовження робіт з дослідження техногенних сучасних вертикальних рухів земної поверхні на території дослідження, як це і було передбачено проектом робіт. Для отримання більш об'єктивного матеріалу про сучасні вертикальні рухи земної поверхні доцільно проводити повторне нівелювання двічі на рік - навесні і восени.

1. Прокладено 2 нівелірні ходи: довжиною 2,04 км та 3,40 км (рис. 3.4.)
2. На території об'єкту закладено 7 пунктів (рис. 3.5.)

Таблиця 3.4

Оцінка точності

Нев'язка 1 ходу	f_h	=	+3мм	
Допустима нев'язка	$f_{h\text{ доп}}$	=	$\pm 5\sqrt{L} =$	$\pm 7,07 \text{ мм}$
Нев'язка 2 ходу	f_h	=	+6мм	
Допустима нев'язка	$f_{h\text{ доп}}$	=	$\pm 5\sqrt{L} =$	$\pm 9,2 \text{ мм}$

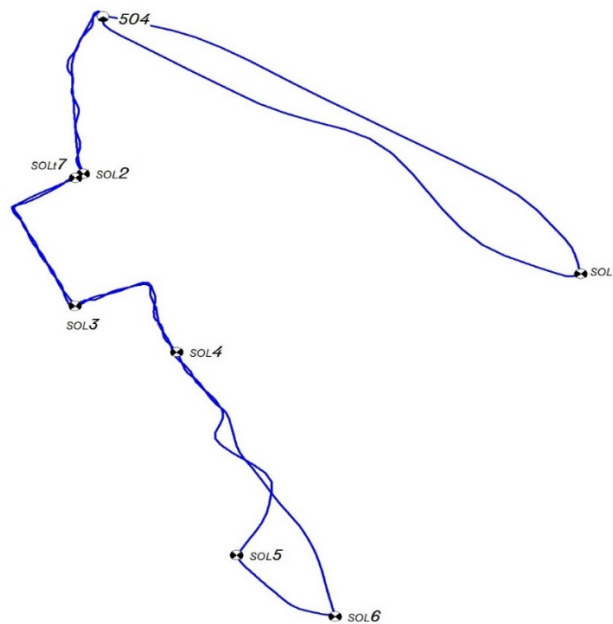


Рис. 3.4. Схема нівелірних ходів

Карстоутворення та зміщення земної поверхні можуть мати складний просторовий характер, який, як правило, не можливо виявити та відобразити в повному обсязі під час нівелювання. Перспективними геодезичними засобами, що використовуються для розв'язування задачі просторово-координатного моніторингу, є прилади GPS-позиціонування, які на даному етапі дозволяють отримувати просторові координати точок з точністю до 1 см [16].



Рис.3.5. Схема закладання нівелірних знаків (об'єкт Солотвино)

Для періодичного контролю просторового положення об'єктів також будуть використовуватись електронні тахеометри. Тахеометри без відбивача дозволяють проводити високоточне знімання недоступних для встановлення відбиваючих призм точок. Концепція застосування приладів для безконтактних вимірювань з високим ступенем автоматизації підштовхує до використання сучасних електронних тахеометрів з можливістю вимірювання віддалі без відбивача. Серед переваг застосування тахеометра у безрефлекторному режимі можна виділити такі: безпека виконавця (немає необхідності в наближенні до потенційно небезпечних місць), скорочення часу проведення спостережень, доступ до практично всіх елементів конструкцій. В результаті створено топографічний план масштабу 1:500 з відображенням усіх елементів ситуації та рельєфу.

2) Аерофотоспостереження

Аерофотознімання, як інструмент інженерних вишукувань, виступає високоефективним рішенням там, де GPS і тахеометричне знімання стають нерентабельними. Однак існує обмеження на точність, зокрема при аерофотозніманні щільної забудови. В такому випадку аерофотозйомка

виконується в поєднанні з лазерним скануванням і тахеометричними вимірюваннями.

Для знімання карстів використовувались безпілотні картографічні комплекси. На основі даних аерофотознімання створено: ортофотоплани, тривимірні цифрові моделі та цифровий профіль рельєфу для прогнозування карстів та зміщень. Аерофотознімання виконувалось відповідно до вимог нормативних документів.

Комбінація засобів аерознімання і GNSS обладнання актуальна для проведення моніторингу за деформаціями земної поверхні. Перевагою аерознімання є можливість отримати додаткову інформацію про положення річкових русел, зміни в рослинному покриві, активізацію ерозійних процесів. Для визначення динаміки зсувів, карсту аерофотознімання необхідно повторити кілька разів через певні інтервали. [16]

Аерофотознімальні роботи було виконано за допомогою безпілотного літального апарата - Гексакоптер Tarot 680PRO відповідно до Положення [20].

Сенсор фотокамери 1'' Sony A 6000; 24.2 МП. Розділення в матриці 6000 × 4000 пікселів. Фоб'єктиву= 16 мм. Розмір кадру 294 м*195 м

Масштаб аерофотознімання 1: 1000

Роздільна здатність аерофотознімків 5 см на місцевості.

Аерофотознімання виконувалось з висоти 110 м.

Повздовжнє перекриття 70 %, поперечне 40 %.

Відстань між маршрутами аерофотознімання 195 м.

В результаті виконаних робіт одержано 1091 знімки.

Створення планово-висотного обґрунтування

Створення планово-висотного обґрунтування при стереотопографічному методі знімання полягає в проведенні планово-висотної прив'язки аерофотознімків [21].

ПВП аерофотознімків виконано польовими геодезичними способами.

Знімальну геодезичну мережу (планово-висотну прив'язку розпізнавальних знаків (ОП) створюють з метою згущення геодезичної планової та висотної основи до щільності, що забезпечує виконання топографічного знімання, зйомки поточних змін та контролю якості знімання.

Як точки планової і висотної основи, в першу чергу використовують пункти державної геодезичної мережі і геодезичних мереж згущення

У разі недостатності пунктів за опорні точки приймають тверді контурні точки з чіткими розпізнавальними властивостями координати і відмітки яких визначаються інструментально.

На об'єкті застосована розріджена схема розміщення планово-висотних розпізнавальних знаків, які розміщені рівномірно по площі і периметру об'єкта.

По периметру розпізнавальні знаки розміщують у районах точок поворотів межі, а на прямих відрізках — між точками поворотів. По площі розпізнавальні знаки розміщені у напрямках аерознімальних маршрутів через 1-3 планшети у масштабі аерознімання і в будь-якому місці стереопари, а поперек маршрутів — через 1-2 маршрути.

Одночасно з прив'язкою планово-висотних розпізнавальних знаків, описом та зарисовками їх місцеположень, визначались і розпізнавались на знімках і урізи води основних водойм.

Щільність та розміщення точок знімальної основи встановлюють рекогносцируванням в залежності від технології робіт з дотриманням вимог чинних нормативних документів.

Для розпізнавальних знаків вибирались контурні точки, які розпізнаються на аерофотознімку і місцевості з точністю не менше 0,1 мм у масштабі створюваного плану. Забороняється використовувати для розпізнавальних знаків контури з нечіткими краями, а також контури, які знаходяться на крутих схилах, на дні зарослих ярів, балок.

Точки знімальної мережі закріплювались на місцевості центрами, що забезпечують збереження їх на час знімальних робіт — штир, трубка, дюбель, залізничний костиль, дерев'яний кілок або чітко означувані предмети ситуації, тощо.

При включенні в мережу пунктів попередніх робіт, їм зберігалися раніше присвоєні номери.

Математична обробка геодезичних GPS-вимірювань виконано за допомогою програмного забезпечення Trimble Geomatics Office з приведенням ліній на рівень моря і редукуванням на площину проекції Гаусса-Крюгера [18].

Точність створеної знімальної GPS мережі відповідає вимогам чинних нормативних технічних документів. Граничні похибки відносно пунктів державної геодезичної мережі та геодезичних мереж згущення не перевищують на відкритих місцях та на забудованій території 0,2 мм в масштабі створюваного плану та 0,3 мм в місцях що закриті деревами або чагарниками

Фотограмметричні і стереотопографічні роботи

Після отримання аерофотознімків та результатів планово-висотної прив'язки аерофотознімків виконано фотограмметричне згущення.

Фотограмметричне згущення

Фотограмметричні роботи виконано за допомогою програмного забезпечення цифрової фотограмметричної станції «Дельта» і програмного забезпечення «Digitals» та Agisoft Photoscan. Вихідними даними для виконання

робіт були матеріали планово-висотної підготовки аерознімків - координати і відмітки планово-висотних розпізнавальних знаків..

Фотограмметричні роботи полягали в визначенні елементів внутрішнього орієнтування стереопар та зовнішнього орієнтування відносно заданої системи координат кожного пікселя аерофотознімків.

Аерофотознімки відкориговано за тоном та кольорами задля досягнення максимально наближених RGB кольорів до реальних на місцевості.

Після фотограмметричної обробки виконано контроль якості отриманих результатів та створено цифрові матриці поверхні рельєфу прийомами DEM та TIN [21].

Створення цифрових ортофотопланів

Ортофотоплани в масштабі 1:1 000 виготовлені за растровими зображеннями аерофотознімків з урахуванням створеної цифрової моделі рельєфу. Цифрова модель рельєфу створювалась шляхом визначення відміток вузлів регулярної сітки в стереорежимі з кроком 10.0 м та визначалися висоти її вузлів в інтерактивному стереорежимі. На другому етапі в ручному стереорежимі будувались структурні лінії в місцях різкого перепаду висот (підпірні стінки, укоси, яри та інше) та в характерних місцях з складними формами рельєфу, де недостатня щільність регулярної сітки в 10.0 метрів.

При трансформуванні використовувались центральні частини знімків, так як вони мають найменше перспективне спотворення та похибку за рельєф.

Мозаїкування всіх фрагментів ортофотопланів виконано за допомогою програми «Digitals» (ТОВ «Аналітика»).

Тонова та гамма-корекція знімків виконана в ручному режимі з використанням графічного редактора “Dipedit”.

Графічне оформлення листів ортофотопланів виконано згідно з Умовними знаками для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (затверджених наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 03 серпня 2001 року №295).

Точність створених ортофотопланів перевірялась по контрольних розпізнавальних знаках, лініях «зшивки» частин ортофотопланів, зведенню з суміжними ортофотопланами. Крім цього, для контролю точності ортофотопланів використовувались пункти існуючої геодезичної мережі.

Ортофотоплани у форматах *.DMF, *.TIF записані на машинні носії [21].

Обсяги аерофотознімання по об'єктах:

Об'єкт Солотвино:

- ▶ Площа аерофотознімання складає 200 га

- ▶ Застосована розріджена схема розміщення планово-висотних розпізнавальних знаків, які розміщені рівномірно по площі і периметру об'єкта. Всього визначено координати 46 розпізнавальних знаків.
- ▶ В результаті фотограмметричної роботи отримано 878 аерофотознімків
- ▶ Створено 1 ортофотоплан

Побудова 3D-моделі поверхні за даними лазерного сканування

При необхідності ведення моніторингу нестійких схилів та карстів в локальному масштабі, для підвищення продуктивності і ефективності результатів, оперативного картування зміщень найкращим методом моніторингу є технологія тривимірного лазерного сканування.

Принцип дії лазерних сканерів, незалежно від їх типу і призначення, заснований на вимірюванні відстані від джерела лазерного імпульсу до об'єкта. Промінь лазера, що виходить з випромінювача, відбивається від поверхні обстежуваного об'єкта. Відбитий сигнал надходить в приймач сканера, де по затримці часу (імпульсний метод) або зсуву фаз (фазовий метод) між випроміненим і відбитим сигналом визначається необхідну відстань. Знаючи координати сканера і напрямок імпульсу, можна визначити тривимірні координати кожної точки, від якої імпульс відбився. Сучасні лазерні сканери забезпечують можливість генерації вимірювальних імпульсів з частотою до декількох сотень тисяч в секунду і, за допомогою системи рухомих дзеркал або самого корпусу сканера - розподіл цих імпульсів по всій поверхні об'єкту сканування: схилу або групи зсувів. В результаті таких вимірювань або «сканування» за короткий час отримують хмару тривимірних точок, з великою точністю і повнотою описують досліджуваний об'єкт. Отриманий набір точок після обробки за допомогою спеціальних програмних продуктів може бути представлений у вигляді тривимірної моделі об'єкта, плоского креслення, набору перетинів, поверхні. Точність вимірювання лазерних сканерів знаходиться в межах від 1 до 10 мм при відстані до 1000 м.

Система моніторингу небезпечних процесів, що включає підсистему раннього (завчасного) оповіщення про загрозу зміщень та карстів, є найважливішим елементом управління (менеджменту) в надзвичайних ситуаціях в закарстованих районах. Системи раннього попередження (СРП) служать для запобігання та/або зниження ризику зміщень шляхом зменшення небезпечних наслідків. Система повинна видавати попередження або застереження (сигнали тривоги) завчасно, щоб надати достатній час для реалізації заходів щодо захисту людей і / або їх майна, і оповіщення населення.

Системи раннього попередження зсувів є системи контролю, спеціально призначені для виявлення провісників (ознак), які передують зсувам. Ключ до успішної роботи полягає в тому, щоб вона була в змозі ідентифікувати і вимірювати невеликі, але суттєві показники (передвісники), які передують катастрофічному зміщенню.

Відповідний провісник залежить від типу зсувів. Типовими прикладами провісників зсуву є: висока швидкість або прискорення руху нестійких мас на схилі, інтенсивні і тривалі опади, коливання ґрунтів і землетрусу. Надійність вимірювань має першорядне значення в будь-якій системі моніторингу, але особливо в системі раннього попередження. «Хибна тривога», що генерується за допомогою автоматичної СРП, може становити велику небезпеку, ніж саме зміщення. Щоб уникнути помилкових тривог слід передбачати достатність реєстрованої інформації та використання альтернативних методів вимірювання. Наслідки помилкових тривог в системі попередження настільки серйозні, що повинні бути вжиті всі можливі дії для того, щоб усунути ймовірність фіктивних тривог.

Для забезпечення ефективності та надійності системи раннього попередження про зсувні загрози повинні бути орієнтовані в першу чергу на своєчасне оповіщення населення, служб МНС і повинні включати наступні чотири елементи: 1) оцінку існуючого ризику; 2) інструментальний моніторинг і оповіщення; 3) поширення зрозумілих населенню сигналів тривоги і 4) суспільну інформованість і готовність до дії. Відмова (неполадки) хоча б одного з цих чотирьох елементів системи оповіщення може означати марність або вихід з ладу всієї системи. Системи раннього оповіщення можуть приймати самі різні конфігурації, які вже довели своє принципово важливе значення в порятунку життя, майна населення, об'єктів економіки та інфраструктури в розвинених країнах. Інформація та сигнали тривоги, поширювані системою раннього оповіщення, повинні бути в міру можливості точними, своєчасними і переконливими, щоб люди повірили їй і вжили відповідних заходів.

Основна проблема при розробці системи раннього попередження полягає в тому, щоб визначити надійні і ефективні порогові значення передвісників параметрів зміщення, зіставлення з якими служать необхідним і достатнім підставою для видачі сигналів тривоги. Існує необхідність в декількох рівнях тривоги і пов'язаних з ними діями (заходами), що забезпечують захист населення.

Кінцевим результатом є формування комплексної методики геодезичного моніторингу за карстовими проявами та деформаційними зміщеннями земної поверхні. Дана технологія може бути використана на інших закарстованих територіях [18].

Висновок до підрозділу 3.2

В результаті проведених геодезичних досліджень на зсувонебезпечних ділянках та ділянці карстоутворення були отримані наступні результати:

- Створено високоточну планово - висотну опорну геодезичну мережу для визначення рухів сучасних екзогенних процесів методами GPS та високоточного нівелювання;
- Виконано аерофотоспостереження за допомогою БПЛА в результаті чого отримано сучасні цифрові ортофотоплани та цифрові топографічні плани масштабу 1:500 з перерізом рельєфу через 25 см;
- Для виявлення виявлення найнебезпечніших ділянок земної поверхні, які піддаються вертикальним зміщенням проведено карстомоніторинг методом радарної диференційної інтерферометрії SAR, який дозволяє отримати інформацію не тільки про просторовий розподіл деформацій, але і їх зміни в часі;
- Побудована 3D-модель поверхні за даними лазерного сканування.

Оцінка порівняльних переваг результатів експериментальних досліджень наукової роботи є:

1. У кінематичному режимі не застосовувалися жодні методи спостереження геомеханічно-геометричних явищ лише в статичному режимі.

2. Немає даних про поточну ситуацію наслідків зсувів, зміщень та повеней на території смт.Солотвино - є лише застарілі аналітичні, описові дані, повністю ізольовані.

3. Відсутність когерентних аналітичних та чисельних моделей вивчених явищ

4. Відсутність існуючих технологічних моделей моніторингу; вимірювання проводились лише в окремих випадках, використовуючи тільки традиційні статичні технології.

5. Застосування ГІС (географічної інформаційної системи) в цій області не існує, і неможливо реалізувати дані (від моніторингу наслідків видобутку).

6. Загалом, відсутні узгоджені дії з управління явищами, спричиненими гірничодобувною промисловістю, відсутній ланцюг зв'язків цінностей; вся передана інформація є різною і застосовується лише до екстремальних ситуацій.

3.3. Еколого-агрохімічний моніторинг ґрунтів Ужгородського району Закарпатської області

Важливими проблемами сталого розвитку є підвищення ефективності використання природних ресурсів, в тому числі це стосується і ґрунтів. Впровадження принципів сталого управління ґрунтовими ресурсами з метою їх охорони, збереження та забезпечення сталої продуктивності є одним із стратегічних та пріоритетних напрямів діяльності Продовольчої і сільськогосподарської організації Об'єднаних націй (ФАО) та Глобального ґрунтового партнерства (ГГП). Їхні зусилля спрямовані на активне поширення знань з цього питання як важливої інструментарію забезпечення сталого розвитку суспільства. Для України, як аграрної країни, одним із першочергових завдань є запровадження світових практик сталого управління ґрунтовими ресурсами [23, 24].

Проте, в Україні інтенсифікація землеробства, за умов екстенсивного розвитку сільськогосподарського виробництва і адміністративно-командного управління економікою та науково необґрунтовані підходи щодо розвитку добувної промисловості призвели до того, що сучасний стан використання земельних ресурсів держави не відповідає вимогам раціонального природокористування [25, 26].

Тому сільськогосподарське використання земельного фонду потребує контролю за станом його родючості, ступенем еродованості, реакцією та сольовим режимом ґрунтового середовища, а також рівнем забруднення важкими металами, радіонуклідами, пестицидами та іншими токсикантами. Виконання цього завдання можливе за умови постійно діючого еколого-агрохімічного моніторингу, основою якого є суцільний контроль за станом ґрунтового покриву, його деградацією та ступенем забруднення [27, 28].

Суцільне еколого-агрохімічне обстеження земель розв'язує низку важливих проблем, пов'язаних з ґрунтово-агрохімічним моніторингом, відновленням родючості ґрунтів, високоефективним застосуванням агрохімікатів, підвищенням продуктивності землеробства та збереженням довкілля [29, 30].

З вищенаведеного видно, що проведення еколого-агрохімічних досліджень земель, особливо сільського господарського призначення та їх аналіз є вкрай актуальним. Не виключенням є і ґрунти, що розташовані на території Закарпатської області, зокрема у Ужгородському районі.

Мета проведеної роботи полягала в обстеженні земель сільськогосподарського призначення в Ужгородському районі та проведенні аналітичних робіт по основних еколого-агрохімічних показниках.

Результати досліджень та їх обговорення

До Ужгородського району на півдні входить територія Берегівського природно-сільськогосподарського району, яка характеризується відносно м'яким помірно-теплим і досить вологим кліматом з слабо вираженою континентальністю. В геоморфологічному відношенні цей район знаходиться у рівнинній частині Ужгородщини. Територія району має високе зволоження.

Клімат природно-сільськогосподарського району сприятливий для вирощування сільськогосподарських культур, садів, винограду та ягідних культур.

Серед ґрунтоутворчих порід в районі домінують алювіальні відклади, поширені продукти вивітрювання (елювій, корінних порід). На території району, в рослинному покриву, переважає злаково-різнотравна рослинність.

В ґрунтовому покриві природно-сільськогосподарського району домінують дернові опідзолені, дернові глейові та лучні ґрунти, які сформувались на давньоалювіальних відкладах суглинкового механічного складу.

На півночі Ужгородського району - Середнянсько-Королівський природно-сільськогосподарський район відноситься до передгірського агрокліматичного району. В геоморфологічному відношенні цей район, в основному, знаходиться у рівнинній зоні та передгір'ях Карпат. Ґрунти заболочені та оглеєні по всьому профілю.

Клімат природно-сільськогосподарського району також сприятливий для вирощування сільськогосподарських культур, садів, винограду та ягідних культур.

Серед ґрунтоутворчих порід в районі домінують сучасні алювіальні відклади, а також поширені продукти вивітрювання (елювій, корінних порід).

На території району, серед рослинного покриву, переважає злаково-різнотравна та болотна рослинність. В ґрунтовому покриві природно-сільськогосподарського району домінують дерново-середньопідзолисті глейові середньо суглинкові, бурі гірсько-лісові дерново-буроземні, буроземно-підзолисті та лучні ґрунти [31, 32, 33].

Загальна площа земель Ужгородського адміністративного району становить 86976 га. За функціональним використанням земельний фонд Ужгородського району охоплює: сільськогосподарські землі 49519,14 га (60,4%); ліси та інші лісовкриті площі 28017,36 га (28,7 %); забудовані землі 7132,68 га (8,1%); води 1598,96 га (1,8%); заболочені землі 337,53 га (0,3%); землі без або з незначним рослинним покривом 341,79 га (0,3%) [34].

Станом на 01.01.2016 рік площа сільськогосподарських земель Ужгородського району становила 49519,14 га. З них основну частку у складі сільськогосподарських угідь займала рілля, а саме 29521,29 га, що свідчить про

високий показник розораності території (59,6%). Багаторічні насадження займають площу 3108,42 га. Значну частину площі району займали сіножаті – 3813,43 га та пасовища – 13076,15 га [33, 34].

Загалом в Ужгородському районі в 2019-20 рр. було відібрано ґрунтові проби на площі 21490 га, що складає 43,40 % від наявних земель сільськогосподарського призначення (49519,23 га). У розрізі сільськогосподарських угідь обстежено біля: ріллі – 15513 га (72,13%), сіножатей– 1557 га (7,24%), пасовищ – 3322 га (15,45%) та багаторічних насаджень – 1116 га (5,19%) (рис. 3.6.).

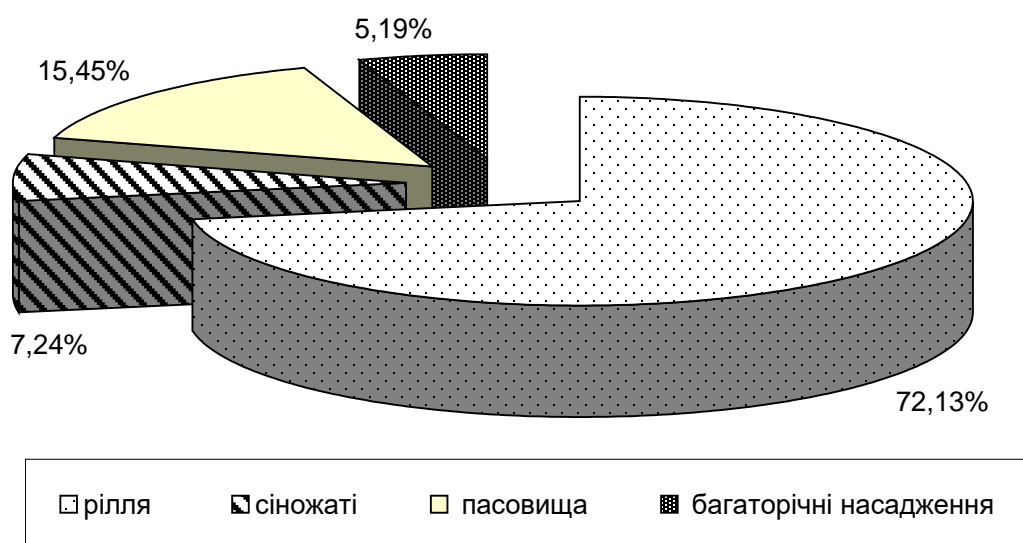


Рис. 3.6. Експлікація обстежених земель с-г призначення на території Ужгородського району

З рис. 3.6 видно, що в Ужгородському районі загалом відібрано більше проб на ріллі, це зумовлено як вимогами методики проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, так і переважною більшістю площ [27].

За результатами агрохімічного обстеження, встановлено, що загалом більша половина площ у Ужгородському районі (56,42 %) відноситься до категорії кислих ґрунтів. З них «дуже сильно- та сильнокислі ґрунти» займають 1717,07 га або 7,99 %, «середньокислі ґрунти» поширені на площі 2869,1 га, що у відсотковому відношенні складає 13,35 %. Найбільшу площу займають «слабокислі ґрунти», які становлять близько 7539,63 га або 36,08 %.

Слід зазначити, що також спостерігали значний відсоток ґрунтів з близькою до нейтральної реакції ґрунтового розчину, які займають 24,29 % або 5220,13 га. Тоді як площа «нейтральних ґрунтів» значно менша – 3825,61 га або 17,8 %.

Виявлено також і ґрунти із слаболужною реакцією, які займають площу лише 319,33 га або 1,49 %. Середньозважений показник $pH_{\text{сол.}}$ ґрунтів Ужгородського району становить 5,41 од., що характеризує їх як слабокислі, проте більш наближеної до категорії «близьких до нейтральних ґрунтів» (рис. 3.7.).

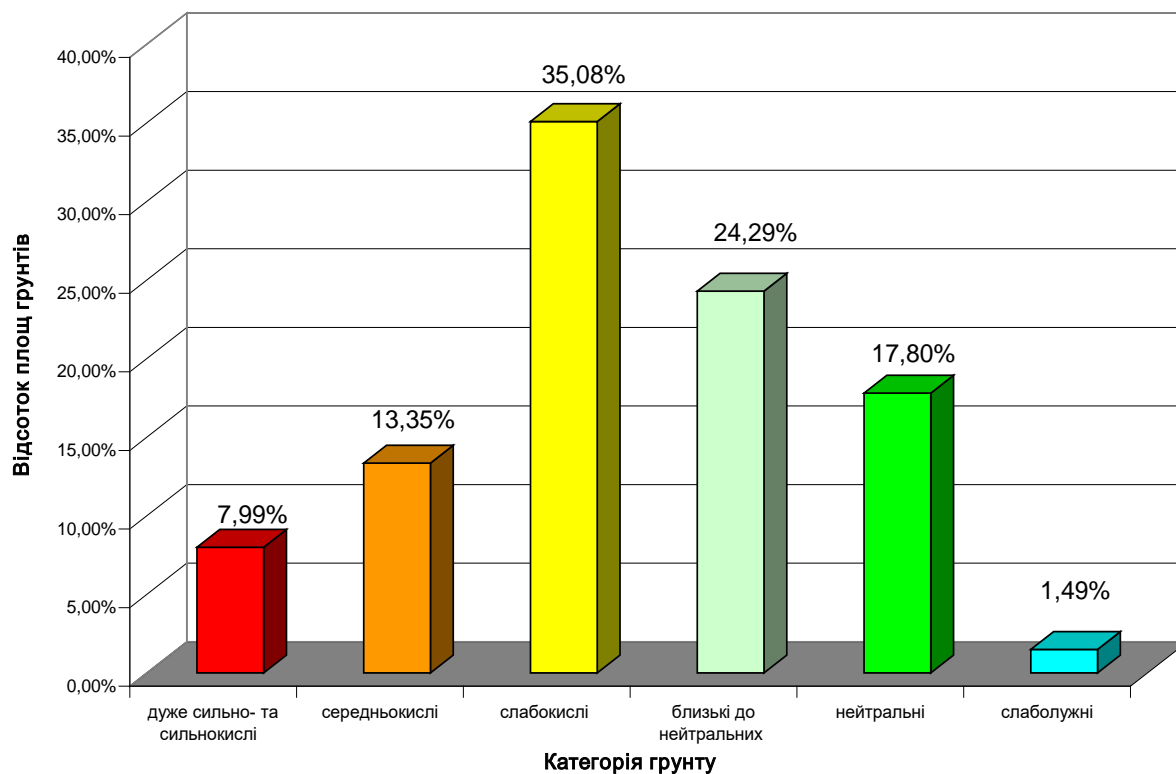


Рис. 3.7. – Розподіл площ ґрунтів Ужгородського району за реакцією ґрунтового розчину

Слід відмітити, що отримані нами результати досліджень подібні з даними за низкою літературних праць щодо показників $pH_{\text{сол.}}$ ґрунтів Ужгородського району. Так за даними співробітників Закарпатської філії ДП «Держґрунтоохорони» середньозважений показник $pH_{\text{сол.}}$ ґрунтів Ужгородського району становить 5,23 од., що характеризує їх, як і у нашому випадку, слабокислими [32].

Схожої думки дотримуються М. І. Пшевлоцький та інші [35, 36], які вказують на те, що більшість ґрунтів належать до груп «середньокислі», «слабокислі» та «близькі до нейтральних». При чому як і в нашому випадку у Середнянсько-Королівському природно-сільськогосподарському районі, де ґрунти, в основному, представлені буроземно-підзолистими та дерново-буроземними підтипами, відмічали вищу кислотність порівняно ніж на південній частині Ужгородського району. Тут в основному представлені дернові опідзолені ґрунти. У першому випадку домінували ґрунти, які належали до

«середньокислих» та «слабокислих», а у другому – здебільшого до групи «слабокислих» та «близької до нейтральних».

Слід відмітити, що при порівнянні сучасних даних щодо кислотності ґрунтів та даних матеріалів великомасштабного обстеження у 80 роках ХХ століття на тих же самих територіях, спостерігається тенденція до незначного зниження середньозваженого показника $pH_{\text{сол}} ґрунтів$ та відповідно зміни груп. А саме, ґрунтів з «близьких до нейтральних» на «слабокислі» [37, 38].

Аналіз еколого-агрохімічного обстеження ґрунтів Ужгородського району щодо визначення рівня забезпечення гумусом показав, що майже половина земель сільськогосподарського призначення з «середнім» вмістом гумусу (9784 га, або 45,53%). Значно менша площа земель із «низьким» вмістом гумусу (5939 га, або 27,64%) та ще менша група – з «підвищеним» рівнем забезпечення гумусом (4227 га, або 19,67%) (рис. 3.8).

Тоді як, інші категорії ґрунтів склали разом лише 7,11%, в тому числі з «високим» вмістом гумусу (1024 га, або 4,77%).

Загалом середньозважений показник по району складав 2,53 %, що відповідає «середньому» рівню забезпечення.

Аналіз літературних даних з власними показав несуттєві відмінності у показниках рівня забезпечення гумусом. Так, за даними співробітників Закарпатської філії ДП «Держґрунтоохорони» середньозважений показник гумусу становив 2,58%, що майже аналогічний нашому значенню [32].

Подібні результати досліджень отримані М. І. Пшевлочкий та інші [35, 36], які вказують на те, що більшість ґрунтів належать до груп з «низьким» та «середнім» вмістом гумусу. При чому, як і в нашому випадку, у Середнянсько-Королівському природно-сільськогосподарському районі відмічали в основному ґрунти двох груп: з «низьким» та «середнім» вмістом гумусу. Тоді як, на території Березівського природно-сільськогосподарського району, переважала категорія із «середнім» вмістом гумусу.

При порівнянні значень вмісту гумусу за 2015-2020 рр. та даних матеріалів великомасштабного обстеження 35 річної давності, загалом не спостерігається в часі тенденція щодо зниження середньозваженого показника гумусу та відповідно зміни груп ґрунтів [37, 38].

Проте, за результатами наших досліджень не виявляли групу ґрунтів, які відносять до категорії «дуже високого» вмісту гумусу (більше ніж 5%). Тоді як згідно результатів великомасштабного обстеження на даній території було встановлено таку групу ґрунту.

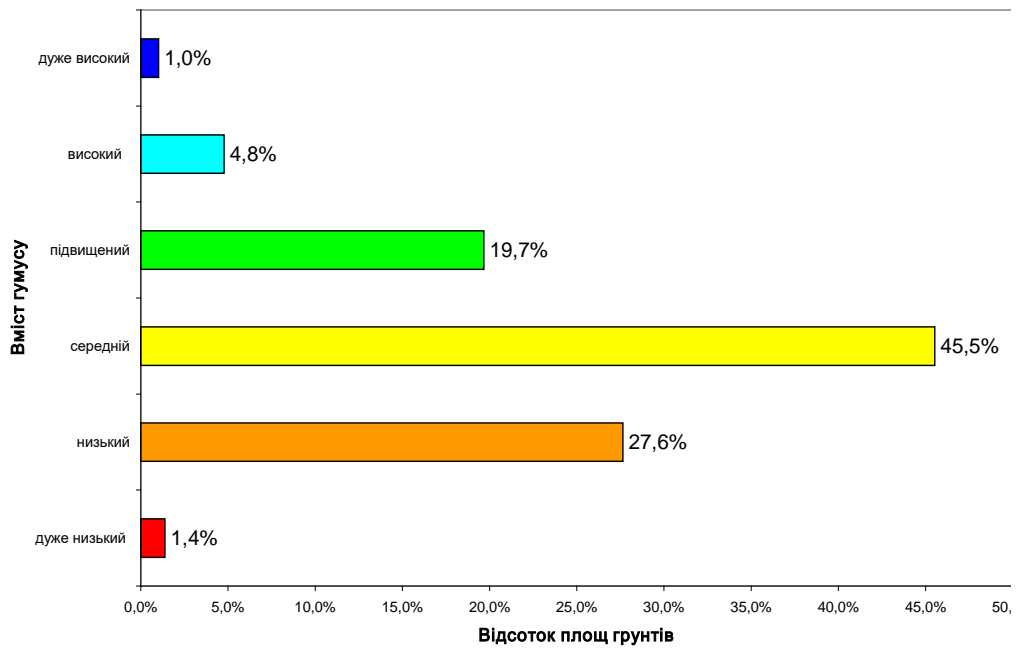


Рис. 3.8. Розподіл площ ґрунтів Užгородського району за вмістом гумусу, %

Аналізуючи стан сільськогосподарських угідь щодо вмісту рухомих поживних речовин в ґрунті, відмічено, що більшість земель мають дефіцит азоту. Встановлено, що середньозважений показник азоту становить 104,62 мг/кг, який відповідає «низькому» рівню забезпечення.

При дослідженні ґрунтів за рівнем вмісту рухомих фосфатів у Užгородському районі визначено, що середньозважений показник рухомого фосфору становить 109,70 мг/кг ґрунту, який відповідає «підвищеному» рівню забезпечення.

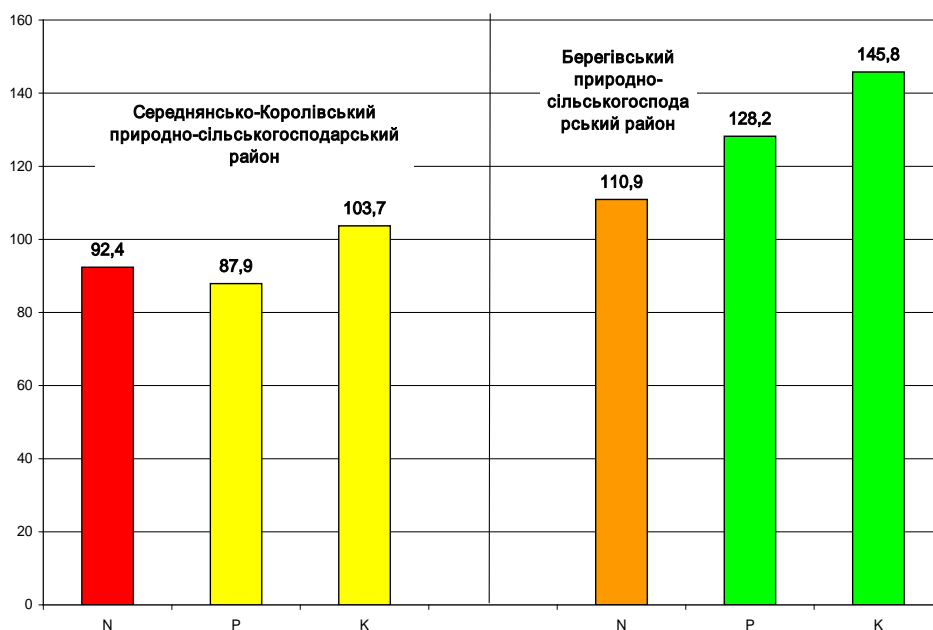


Рис. 3.9. Вміст поживних речовин в ґрунтах Užгородського району (мг/кг)

Отримані результати за рівнем вмісту сполук рухомого калію у даному регіоні показали, що середньозважений показник калію склав 126,47 мг/кг ґрунту, який свідчить про «підвищений» його рівень.

Слід зазначити, що спостерігали різницю у показниках рухомих сполук в різних природно-сільськогосподарських районах та ґрунтах Ужгородського району. Так з рис. 3.9 видно, що у Середнянсько-Королівському природно-сільськогосподарському районі відмічали нижчі показники, порівняно, ніж у Берегівському природно-сільськогосподарському районі Ужгородщини (рис. 3.9).

У першому випадку вміст рухомого азоту відповідає «дуже низькому», а фосфору та калію – «середньому» рівні забезпечення. Тоді, як в Берегівському природно-сільськогосподарському районі вміст рухомого азоту відповідає «низькому», а фосфору та калію – «підвищеному» рівні забезпечення.

За даними співробітників Закарпатської філії ДП «Держґрунтоохорони» середньозважені показники N_{PK} ґрунтів Ужгородського району становили 102,89, 107,21 та 146,2 мг/кг. Як і у нашому випадку ці значення відповідають «низькому» для азоту та «підвищеному» рівні забезпечення для фосфору та калію [32].

Проте М. І. Пшевлоцький та інші [35, 36], вказують на дещо нижчі середньозважені показники N_{PK} ґрунтів Ужгородського району. Згідно їх значень вміст рухомого азоту відповідає «дуже низькому», фосфору – «середньому» і лише калію – «підвищеному» рівні забезпечення.

На подібні результати вказують і інші літературні дані [37, 38], проте як і в нашому випадку, спостерігали амплітуду коливання показників N_{PK} ґрунтів в різних природно-сільськогосподарських районах.

Аналіз групування земель сільськогосподарського призначення за еколого-агрохімічним станом в Ужгородському районі показав, що до групи «ґрунтів середньої якості (задовільні ґрунти)» належать 2/3 від усіх досліджуваних територій (65,85%), де еколого-агрохімічний бал яких становив в межах 40-60. До групи «ґрунти низької якості» належать біля 25 % від усіх сільськогосподарських угідь. І лише 8,54% виявляли ґрунти, які відносять до групи «хороші ґрунти (ґрунти високої якості)». Причому їх бал не перевищував показник 70 (рис. 3.10.).

Слід відмітити, що ґрунтів від категорії «найкращі ґрунти (ґрунти дуже високої якості)» та ґрунти від категорії «ґрунти дуже низької якості» в Ужгородському районі не виявляли.

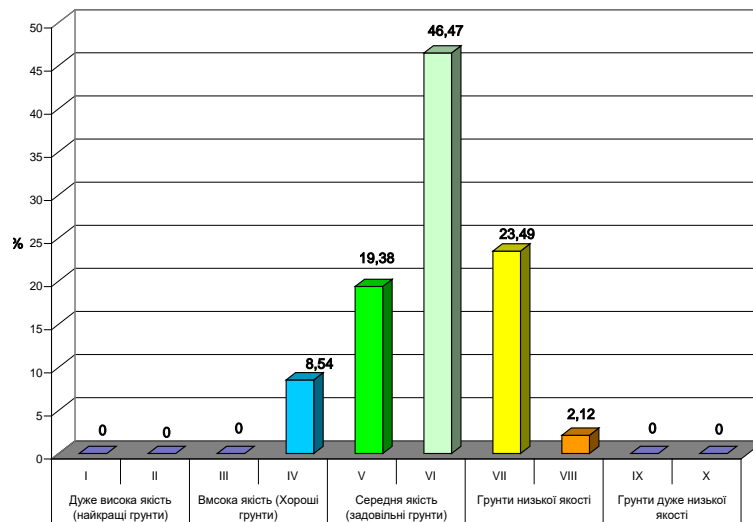


Рис. 3.10. Групування земель с-г призначення за еколого-агрохімічним станом в Ужгородському районі (у %)

Встановлено, що на території сільськогосподарських угідь Ужгородського району наявні ґрунти, які класифікують до таких агро виробничих груп як:

- Дерново-підзолисті глеюваті ґрунти на суглинкових відкладах (код агро-групи 009) ;
- Дерново-підзолисті і підзолисто-дернові глейові ґрунти (014 агрогрупа);
- Лучно-болотні, мулуватоболотні і торфуватоболотні осушені ґрунти (142 агрогрупа);
- Дернові глибокі неоглеєні і глеюваті ґрунти та їх опідзолені відміни (176 агрогрупа);
- Дернові глибокі глейові ґрунти та їх опідзолені відміни (178 агрогрупа);
- Дернові глейові осушені ґрунти (179 агрогрупа);
- Буроземно-підзолисті, дерново-буроземно-підзолисті неоглеєні і глеюваті незмиті і слабозмиті ґрунти (182 агрогрупа);
- Буроземно-підзолисті, дерново-буроземно-підзолисті, бурі гірсько-лісові опідзолені глейові та поверхнево-оглеєні незмиті і слабозмиті ґрунти (183 агрогрупа);
- Буроземно-підзолисті, дерново-буроземно-підзолисті середньо- та сильнозмиті ґрунти (184 агрогрупа);
- Дерново-буроземні та лучно-буроземні ґрунти на алювіальних і делювіальних відкладах (185 агрогрупа);
- Дерново-буроземні та лучно-буроземні глейові ґрунти на алювіальних і делювіальних відкладах (186 агрогрупа);
- Дерново-буроземні та лучно-буроземні неглибокі ґрунти підстелені річчяками (187 агрогрупа);

- Бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні глибокі і середньоглибокі щебенюваті ґрунти теплого поясу (до 250 м. над рівнем моря) (193 агрогрупа);
- Бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні глибокі і середньоглибокі щебенюваті слабозмиті ґрунти теплого поясу (до 250 м. над рівнем моря) (197 агрогрупа);
- Бурі гірсько-лісові неглибокі опідзолені середньо щебенюваті середньосуглинкові (198 агрогрупа);
- Бурі гірсько-лісові неглибокі опідзолені середньо змиті середньо щебенюваті середньосуглинкові (199 агрогрупа).

Загалом в Ужгородському районі виявлено ґрунти, які класифікують до 16 агровиробничих груп.

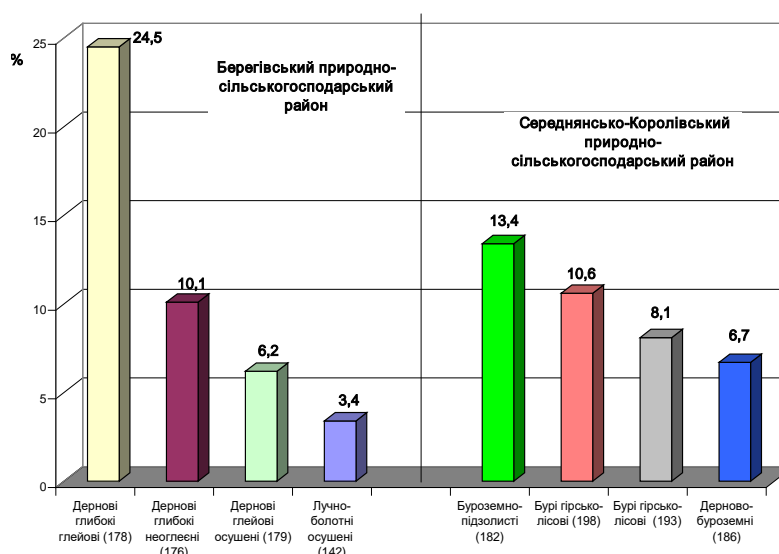


Рис. 3.11. Співвідношення агровиробничих груп ґрунтів у сільськогосподарських угідь Ужгородського району (у %)

Аналіз різних агровиробничих груп ґрунтів в Ужгородському районі показав, що до найбільш поширених відносять ґрунти із 178-ї, 176-ї, 179-ї, 142-ї, 182-ї, 198-ї, 193-ї, 186-ї агрогруп. Загалом вищенаведені 8 агрогруп займають біля 83% території від загальної кількості. Тоді як інші 8 - лише 17 % (рис. 3.11.).

Слід відмітити, що на території Ужгородщини в Берегівському природно-сільськогосподарському районі до домінуючих відносять дернові глибокі глейові ґрунти та їх опідзолені відміни (178 агрогрупа), які складають ¼ частини від усіх досліджуваних нами сільськогосподарських угідь. Значно менше займали дернові глибокі неоглеєні і глеюваті ґрунти та їх опідзолені відміни (176 агрогрупа) – 10,1%. Ще менше – дернові глейові осушені ґрунти (179 агрогрупа) і лучно-болотні, мулуваті-болотні і торфувато-болотні осушені ґрунти (142 агрогрупа), які разом склали 9,6%.

На відміну від вище наведеного району, у Середнянсько-Королівському природно-сільськогосподарському районі не спостерігали чіткої домінантності ґрунтів. Крім того кількість агрогруп в даному районі становила 11 із 16.

Серед найбільш поширених ґрунтів слід віднести буроземно-підзолисті, дерново-буроземно-підзолисті неоглеєні і глеюваті незмиті і слабозмиті ґрунти (182 агрогрупа), які займали 13,4% території. Дещо менше – бурі гірсько-лісові неглибокі опідзолені середньо щебенюваті середньосуглинкові (198 агрогрупа) – 10,6%. Бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні глибокі і середньоглибокі щебенюваті ґрунти теплого поясу (до 250 м. над рівнем моря) (193 агрогрупа) та дерново-буроземні та лучно-буроземні глейові ґрунти на алювіальних і делювіальних відкладах (186 агрогрупа) становили лише 8,1% та 6,7% відповідно.

Провівши аналіз отриманих результатів можна стверджувати, що найвищий агрохімічний та еколого-агрохімічний бал мають дерново-підзолисті глеюваті ґрунти на суглинкових відкладах (009 агрогрупа) та дерново-підзолисті глейові осушені ґрунти, що відносяться до 027-ї агрогрупи. Агрохімічний бал складає 59 – 70 одиниць, еколого-агрохімічний – 48 – 56 одиниць відповідно.

Найнижчу родючість мають ґрунти 014-ї агрогрупи (дерново-підзолисті і підзолисто-дернові глейові), 182-ї (буроземно-підзолисті, дерново-буроземно-підзолисті неоглеєні і глеюваті незмиті і слабозмиті), 183-ї (буроземно-підзолисті, дерново-буроземно-підзолисті, бурі гірсько-лісові опідзолені глейові та поверхнево-оглеєні незмиті і слабозмиті ґрунти), 184-ї (буроземно-підзолисті, дерново-буроземно-підзолисті середньо- та сильнозмиті ґрунти та 198-ї (бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні неглибокі щебенюваті і кам'яністі ґрунти) агровиробничих груп з агрохімічним балом у межах 42-45 одиниць та еколого-агрохімічним – 34-38 одиниць.

Таким чином, обстежено землі сільськогосподарського призначення у Ужгородському районі та проведено аналітичний огляд по основним еколого-агрохімічним показниках.

Висновки до підрозділу 3.3

Проведено еколого-агрохімічний моніторинг ґрунтів сільськогосподарських угідь Ужгородського району, Закарпатської області.

1. Встановлено, що більша половина площ в Ужгородському районі (56,42 %) відноситься до кислих ґрунтів. В цілому середньозважений показник $pH_{КСІ}$ ґрунтів району становить 5,41 од., що характеризує їх як слабокислі.

2. Доведено, що біля 45% займають ґрунти з середнім забезпеченням гумусу; з низьким – 27,6%, з підвищеним – 19,7 %, з високим – 4,8 та менше 1,5% – з дуже високим або низьким умістом. Середньозважений показник гумусу

становить 2,53 %, що відповідає середньому рівню. З метою покращення вмісту гумусу у бідних на гумус ґрунтах необхідно збільшити внесення органічних добрив, розширити посіви сидератів, задіяти можливість приорування соломи.

3. Отримані результати щодо середньозважених показників NPK ґрунтів показали, що вміст азоту відповідає низькому рівню забезпечення. Тоді як середньозважені показники рухомого фосфору та калію становлять 109,70 та 126,47 мг/кг ґрунту відповідно, що свідчить про підвищений їх рівень.

4. Аналіз групування земель сільськогосподарського призначення за еколого-агрохімічним станом в Ужгородському районі показав, що до групи «ґрунтів середньої якості (задовільні ґрунти)» належать 2/3 від усіх досліджуваних (65,85%), де еколого-агрохімічний бал яких становить в межах 40-60. До групи «ґрунти низької якості» належать біля 25 % від усіх сільськогосподарських угідь. І лише 8,54% виявляли ґрунти, які відносять до групи «хороші ґрунти» або «ґрунти високої якості».

5. Загалом в Ужгородському районі встановлено ґрунти, які класифікують до 16 агровиробничих груп.

На території Ужгородщини в Берегівському природно-сільськогосподарському районі до домінуючих ґрунтів відносять дернові глибокі глейові ґрунти та їх опідзолені відміни (178 агрогрупа), які складають $\frac{1}{4}$ частини від усіх досліджуваних нами сільськогосподарських угідь. Тоді як у Середнянсько-Королівському природно-сільськогосподарському районі не спостерігали чіткої домінантності ґрунтів. Проте виявляли значно більшу кількість агрогруп (всього 11 із 16).

3.4. Оцінка екологічного потенціалу земель територіальної одиниці (Ужгородський район)

3.4.1 Перелік елементів екологічної мережі Ужгородського району

Регіональна екологічна мережа це єдина територіальна система, яка утворюється з метою поліпшення умов для формування та відновлення довкілля, підвищення природно-ресурсного потенціалу території регіону, збереження ландшафтного та біорізноманіття, місць оселення та зростання цінних видів тваринного і рослинного світу, генетичного фонду, шляхів міграції тварин через поєднання територій та об'єктів природно-заповідного фонду, а також інших територій, які мають особливу цінність для охорони навколишнього природного середовища і відповідно до законів та міжнародних зобов'язань України підлягають особливій охороні (Закон України "Про екологічну мережу України").

До складових структурних елементів екологічної мережі включено:

- 1) території та об'єкти природно-заповідного фонду;
- 2) землі водного фонду, водно-болотні угіддя, водоохоронні зони;
- 3) землі лісового фонду, в т.ч. полезахисні лісові смуги та інші захисні насадження, які не віднесені до земель лісового фонду (за наявності);
- 4) землі рекреаційного призначення, які використовуються для організації масового відпочинку населення і туризму та проведення спортивних заходів, в т.ч. землі оздоровчого призначення з їх природними ресурсами;
- 5) частково землі сільськогосподарського призначення екстенсивного використання – пасовища, луки, сіножаті тощо;
- 6) інші природні території та об'єкти (ділянки степової рослинності, пасовища, сіножаті, кам'яні розсипи, піски, солончаки, земельні ділянки, в межах яких є природні об'єкти, що мають особливу природну цінність).

3.4.1.1 Території та об'єкти природно-заповідного фонду

Площа природоохоронних територій району становить 4 981,79 га. До складу заповідне урочище "Анталовецька поляна", заказники і пам'ятки природи місцевого значення, в т.ч. мінеральні джерела і свердловини. Основне призначення даних територій – охорона і збереження рідкісних видів флори та цінних угруповань, зокрема старих різновікових лісових екосистем, рідкісних низовинних водно-болотних угруповань.

Землі, що несуть рекреаційне, санітарно-оздоровче, естетичне та історико-культурне значення займають загальну площу 97,5 га.

3.4.1.2 Землі водного фонду, водно-болотні угіддя, водоохоронні зони

Землі водного фонду займають площу 1 942,53 га. Це основні річки району – середня течія та пониззя р. Ужа та Латориці з їх прибережними охоронними

смугами, водоохоронними зонами, міждамбовим простором та гідроспородами, заплавами, а також природні та штучні водойми, водосховища, залишки водно-болотних угідь, меліоративні системи. Серед них під природними водотоками та річками зайнято 333,8 га, під штучними водотоками – магістральними каналами, канавами 1 031,77 га, природними озерами, прибережними замкненими водоймами 111,94 га, ставками – 127,35 га, штучними водосховищами – 1,84 га. Водно-болотні угіддя – низинні болота та заплави, які крім іншого виконують функцію місць концентрації та відпочинку мігруючих водно-болотних птахів, займають площу 337,53 га¹.

3.4.1.3 Землі лісового фонду

На території району діють два постійні лісокористувачі – ДП "Ужгородський лісгосп", підпорядкований Державному агентству лісових ресурсів України та Ужгородське військове лісництво, підпорядковане Міноборони України. Більшість низовинної та передгірської території району антропогенно освоєна вже багато століть, тому суцільні масиви лісу наявні тільки у гірській частині району.

Ліси у районі займають площу 25 021,4 га, в т.ч. вкрито ліською рослинністю 23 299,42 га. Основу лісів району складають букові, буково-грабові, дубово-букові, дубові та дубово-грабові, дубово-ясеневі та ясеневі низинні заплавні ліси. Незначну частину займають похідні смерекові насадження. Частина території, зосереджена в основному на передгірських стрімких схилах пагорбів, площею 1 585,99 га, зайнята чагарниками. У заплавах річок та в місцях періодичного затоплення сформувалися вільхово-вербові, вербово-тополеві ліси. Частина лісових площ занята інтродукованими, малоцінними породами, зокрема акацією, каштаном їстівним, ясенем пенсільванським та ясенем зеленим і потребують реконструкції.

3.4.1.4 Землі рекреаційного призначення, які використовуються для організації масового відпочинку населення і туризму та проведення спортивних заходів, в т.ч. землі оздоровчого призначення з їх природними ресурсами

Землі рекреаційного призначення займають загальну площу 68.63 га. На території району є велика кількість оздоровчих, санаторно-оздоровчих об'єктів, в т.ч. дитячих оздоровчих об'єктів.

3.4.1.5 Землі сільськогосподарського призначення екстенсивного використання – пасовища, луки, сіножаті тощо.

Сільгоспугіддя на території району займають площу 52 652,25 га. Більшу частину територій займає рілля, що являє собою найвищий ступінь антропогенних змін і не є об'єктом екомережі. Дані землі займають 29 615,80 га.

Під багаторічними насадженнями зайнято 3 017,71 га. Це сади, виноградники та інші насадження. Значна частина даних насаджень в останні роки не доглянута, заросла дикорослими чагарниками і може бути прирівняна до лісової та чагарникової рослинності, є місцем концентрації і переховування фауни. Сіножаті у Ужгородському районі займають площі 3 815,30 га., пасовища 13 143,94 га. Незначна частина сіножатей та пасовищ не доглядається і заростає чагарником та деревними породами-піонерами. Переважна більшість цих угідь, через значну заселеність регіону, значно трансформована, флористичний та фауністичний склад суттєво збіднений.

3.4.1.6 Інші природні території та об'єкти (кам'яні розсипи, піски, солончаки, деградовані землі, земельні ділянки, в межах яких є природні об'єкти, що мають особливу природну цінність).

Дана категорія земель в районі займає 466.17 га. Це яри, еродовані схили пагорбів, скельні виходи, старі, не діючі та діючі кар'єри, відвали. У районі діє кілька великих відкритих кар'єрів, зокрема Оноківський та Кам'яницький кар'єри [39].

Таблиця 3.5

Розподіл елементів екомережі Ужгородського району за формою «б-Зем»

Елементи екомережі району	Площі (га)
Землі природо-охоронного призначення	4 981,79
Землі водного фонду, в т.ч. відкриті води	1942,53 333,8
Лісові землі в т.ч. лісовкриті площі	25021,40 23299,42
Землі рекреаційного призначення	68,63
<u>Землі сільськогосподарського призначення</u>	52652,25
в т.ч. рілля	29615,80
- багаторічні насадження	3017,71
- пасовища	13143,94
- сіножаті	3815,30
Інші природні території та об'єкти	466,17

Всього на території Ужгородського району зареєстровано 70184 власники і користувачі земель. У районі формується складна мережа лісових, лучних та заплавних ділянок. У зв'язку з значним рівнем розораності території лучна рослинність збереглася лише на окремих комплексах. Більшість ділянок, що зберегли лучну рослинність, перетворені сільськогосподарським використанням в минулому і знаходяться на різних стадіях деградації. Так, багато ділянок в минулому вибиті перевипасом, практично всі щорічно переживають випалювання.

Сучасне використання земельних ресурсів Ужгородського району не відповідає вимогам збалансованого природокористування, адже порушено екологічно допустиме співвідношення площ ріллі, природних кормових угідь, лісових насаджень, що негативно впливає на стійкість агроландшафту [39].

Таблиця № 3.6

Зміни в структурі земельних угідь Ужгородського району за період з 01.01.2002р. по 01.01.2018р.

Вид угідь	Площа в га станом на 01.01.2002 р.	% до загальної площі	Площа в га станом на 01.01.2018 р.	% до загальної площі	Різниця (га)
Сільськогосподарські землі	53 692,00	61,73	52 652,25	60,54	1 039,75
з них:					
рілля	30 154,96	34,67	29 615,8	34,05	-539,16
багаторічні насадження	3 226,58	3,71	3 017,71	3,47	-208,87
сіножаті	3 964,11	4,56	3 815,3	4,39	-148,81
пасовища	14 380,96	16,53	13 143,94	15,11	-1 237,02
Ліси та інші лісовкриті площі	25 027,25	28,77	25 021,4	28,76	-5,85
Забудовані землі	5 985,77	6,88	7 481,3	8,6	+1495,53
Води	1 593,66	1,83	1 605,00	1,84	+11,34

Землі оздоровчого призначення	34,5	0,04	20,74	0,02	-13,76
Землі рекреаційного призначення	52,16	0,06	68,63	0,08	+16,47
Землі природо-охоронного призначення	-	0	4 981,79	5,73	+5,73
Землі історико-культурного призначення	-	0	8,13	0,009	+8,13
Всього земель в межах району	86 976,00		86 976,00		

Порівнюючи площі за 2002 рік та за 2018 рік, бачимо, що зменшилися площі умовно стабільних угідь: площі пасовищ на 1 237,02 га, сіножатей – на 148,81 га. Також зменшилася площа багаторічних насаджень – на 208,87 га, та ріллі – на 1039,75 га. Проте, варто відзначити позитивну тенденцію до збільшення площі земель рекреаційного призначення та появу таких категорій земель, як природо-охоронного та історико-культурного призначення, які до певного часу не виділялися у формі б-зем окремою категорією земель [44].

За останні роки рязучою проблемою стала забудова сільськогосподарських земель. З розвитком урбанізації міська промислова та транспортна забудова стала все активніше наступати на сільськогосподарські угіддя.

Відсутність належного державного контролю призводить до значних втрат особливо цінних ґрунтів в урбанізаційних процесах, на які припадає значна частка продуктивного потенціалу сільськогосподарських угідь. Якщо розглядати Ужгородський район, то тут має місце величезна проблема із забудовою сільськогосподарських земель. Проаналізувавши структуру земельних угідь видно, що площа забудованих земель збільшилася на 1495,53 га така зміна відбулася за рахунок сільськогосподарських земель.

Ґрунтове обстеження на Закарпатті проводилось в 1957-1960 роках. На підставі ґрунтових, агрохімічних, меліорованих і геоботанічних обстежень було дано характеристику сільськогосподарських угідь колгоспів та радгоспів за генетичним типом ґрунту, забезпеченістю поживними речовинами, кислотністю,

еродованістю та іншими природними чинниками, які впливають на родючість. На основі обслідування та генералізації районних карт ґрунтів було виготовлено обласну ґрунтову карту в масштабі 1:200000 спеціалістами Закарпатської землевпорядної експедиції інституту “Укрземпроект” [40 с.28].

Згідно переліку особливо цінних груп ґрунтів на території Ужгородського району містяться 8 агровиробничих груп, віднесених до особливо цінних. Однак, більша половина особливо цінних груп ґрунтів, а це 55,2% загальної площі особливо цінних груп ґрунтів району, лежить в межах населених пунктів, відповідно під забудовою, або ж у власності громадян під дрібне сільське господарство. А це означає, що ми втрачаємо великі можливості економічного потенціалу с/г угідь.

Кризовий стан спостерігається щодо використання особливо цінних земель, до яких відносяться найбільш продуктивні ґрунти, землі дослідних полів науково-дослідних установ і навчальних закладів, а також землі природно-заповідного фонду та історико-культурного призначення.

3.4.2. Класифікація придатності земель

У зв'язку з інтенсивними технічними, економічними і соціальними змінами в земельних відносинах, необхідністю ведення моніторингу земель і раціонального землекористування виникла необхідність у відповідній інформації про земельні ресурси, про їх придатність для різних господарських потреб. Отже, виникає необхідність розробити класифікацію земель по ступеню їх придатності для різних видів господарського використання, або іншими словами встановити критерії обмеження у використанні земель з низькими можливостями для сільського господарства і використання їх для інших цілей - під ліс, рекреацію і т.п..

В основу класифікації земель по їх придатності для сільського господарства повинна бути покладена їх продуктивність (родючість ґрунтів) з врахуванням інших природних факторів, які впливають на сільське господарство. Всі землі пропонується згрупувати у VI класів на основі їх придатності і обмежень для сільськогосподарського використання.

Клас I. Землі, практично не мають обмежень для вирощування сільськогосподарських культур Рельєф рівнинний або на схилах до 4,5° Ґрунти незмиті, потужні, добре дреновані, з доброю водоутримуючою здатністю, структурні, високопродуктивні, добре піддаються обробітку Бал бонітету в межах від 40 до 100

Клас II. Землі, які мають повні помірні обмеження (ерозійна небезпека, слабозмиті, слабе перезволоження, яке регулюється агротехнікою, слаба водопроникність, відносно менше сприятливі кліматичні умови, менше

продуктивні і тп.) Розміщені на схилах до 4,5° Придатні для вирощування всіх сільськогосподарських культур, але потребують застосування протиерозійних або інших заходів Порівняно з попереднім класом, потребують додаткових затрат праці і засобів на виробництво одиниці продукції.

Клас III. Землі цього класу мають відносно середні обмеження, які призводять до скорочення набору можливих сільськогосподарських культур (низька водопроникність, продуктивність, кам'янистість, перезволоженість, засушливість, затоплення і тп.) Розміщені на схилах до 5° Вимагають застосування спеціальних меліоративних або протиерозійних заходів При правильній агротехніці дають добрі врожаї окремі культури Бал бонітету від 20 до 40.

Клас IV. Землі мають знанні обмеження (схили до 7°, піддані ерозії середньозмиті, низька водоутримуюча здатність ґрунтів, ґрунти недостатньо потужні, з низькою родючістю). Придатні для вирощування небагатьох сільськогосподарських культур і потребують при цьому спеціальних протиерозійних заходів В залежності від погодних умов року і при правильному дотриманні агротехніки окремі культури на цих землях можуть мати низьку і середню продуктивність, із-за наявності декількох обмежуючих факторів Бал бонітету в межах від 20 до 40.

Клас V. Землі мають сильні обмеження і можуть використовуватись тільки під пасовища або сінокоси Основні обмежуючі фактори, складний рельєф, схили 7-10 і більше градусів, яри, промоїни, сильnozмиті або розмиті, кам'яністі, малопотужні ґрунти, непридатні для обробітку, часті затоплення Агротехнічні прийоми не поліпшують якість цих земель. Застосування різних меліоративних заходів на них теж неможливе. Бонітет цих земель в межах від 5 до 20 балів.

Клас VI. Землі цього класу непридатні для сільськогосподарського використання. В цей клас включаються також невеликі по площі болота і водойми.

Перераховані класи земель по ступеню їх придатності для сільського господарства поділені на підкласи по типах обмежень:

- кліматичні фактори,
- ерозія;
- погана структура і водопроникність;
- низька родючість;
- піддаються затопленню;
- щільні підстилаючі породи;
- перезволоженість,
- сукупність обмежуючих факторів;
- несприятливий рельєф;

- заболоченість.

Головним завданням даної класифікації земель є створення таксономічних облікових одиниць по спільності і відмінностях у придатності для вирощування сільськогосподарських культур, направленості прийомів поліпшення і меліорації земель, охорони і підвищення родючості ґрунтів, вирішення інших питань раціонального використання земель [41]. Інтенсивно використовуються та підлягають докорінному поліпшенню, доцільно розміщувати на схилах крутизною до 7°.

3.4.3. Природно-сільськогосподарське районування досліджуваної території

Природно-сільськогосподарське районування земель - це поділ території з урахуванням природних умов та агробіологічних вимог сільськогосподарських культур. Використання та охорона сільськогосподарських угідь здійснюються відповідно до природно-сільськогосподарського районування.

Природно-сільськогосподарське районування земель "здійснюється з урахуванням природних умов, агробіологічних особливостей сільськогосподарських культур, напрямів розвитку господарської діяльності та вимог екологічної безпеки шляхом обстеження стану земель і ґрунтів, збирання, аналізу, систематизації та узагальнення даних, що характеризують стан та особливості охорони і використання земель за окремими регіонами (зонами, провінціями, округами) або адміністративно-територіальними одиницями, проведення інших робіт".

Ст. 26 Закону України "Про охорону земель" передбачає, що даний вид районування земель обумовлює подальший поділ земель сільськогосподарського призначення в межах категорії з урахуванням природних умов, агробіологічних вимог сільськогосподарських культур, розвитку господарської діяльності та пріоритету вимог екологічної безпеки, є основою для встановлення вимог щодо раціонального використання земель відповідного району, може стати підставою для визначення територій, що потребують особливого захисту від антропогенного впливу, а також встановлення екологічних обмежень у використанні земель або ґрунтів з урахуванням їх геоморфологічних, природно-кліматичних, ґрунтових, протиерозійних та інших особливостей відповідно до їх показників. Природно-сільськогосподарське районування є також інформаційною базою державного земельного кадастру й основою для розробки схем землеустрою і техніко-економічного обґрунтування використання та охорони земель адміністративно-територіальних утворень, систем ведення сільського господарства і проектів землеустрою [45].

Ієрархія поділу земель на підставі природно-сільськогосподарського районування передбачає виділення природно-сільськогосподарських зон, природно-сільськогосподарських провінцій, природно-сільськогосподарських округів, природно-сільськогосподарських районів, гірських природно-сільськогосподарських областей. Кожен елемент системи районування характеризує сукупність показників. Такі показники об'єднані в розробленій для кожного елемента районування еколого-господарській характеристиці за такими показниками як клімат, геоморфологія, рельєф і гідрологія ґрунтів, стан ґрунтового покриву, якісна характеристика сільськогосподарських угідь, придатність ґрунтів для вирощування основних сільськогосподарських культур, їх бонітування та оцінка земель, а також співвідношення земельних угідь.

Закарпатська область поділена на 4 природно-сільськогосподарські райони:

1. Березівський – рівнинний;
2. Середнянсько-Королівський – передгірський;
3. Іршавсько-Тячівський – гірський;
4. Воловецько-Рахівський – гірський.

В даній роботі, для оцінки еколого-економічного потенціалу сільськогосподарських земель, було виконано природно-сільськогосподарське районування Ужгородського району. Такий поділ було здійснено, виходячи з даних «Виділення елементарних ландшафтно-екологічних територіальних одиниць». За умовами рельєфу, по ухилах територія Ужгородського району була поділена на 2 природно-сільськогосподарські райони:

1. Рівнинний природно-сільськогосподарський район (крутизною схилів від 1° до 3°);
2. Передгірський природно-сільськогосподарський район (крутизною схилів від 3° до 7° і більше).

На основі такого поділу, в межах природно-сільськогосподарських районів, було проаналізовано склад структури угідь на території землекористування (табл. №3.5).

Як бачимо з (табл. № 3.6), більшу частину багаторічних насаджень займає передгірський природно-сільськогосподарський район. Такий результат може слугувати хорошим потенціалом для вирощування винограду, на даній території, хоч на сьогоднішній день виноградарство зовсім занепало і не розвивається.

Для використання в інтенсивному землеробстві можна пропонувати однорідні ділянки агроландшафту, які розміщені на рівнинних формах рельєфу крутизною схилів від 0° до 3° . Земельні масиви з середньозмитими та сильнозмитими відмінами ґрунтів на схилах крутизною $5 - 7^\circ$ використовувати під посів однорічних культур в подальшому вважається недоцільним, їх варто залужувати бобово-злаковими травосумішками. На земельних ділянках зі схилами крутизною більше 7° та

сильнозмитими ґрунтами пропонується вирощувати багаторічні трави або заліснювати. Враховуючи необхідність екологізації сільськогосподарського виробництва, днища балок пропонується відводити під суцільне залуження. Природні кормові угіддя, які інтенсивно використовуються та підлягають докорінному поліпшенню, доцільно розміщувати на схилах крутизною до 7° [43, с.9].

3.4.4. Визначення екологічної стабільності сільськогосподарських земель

Ефективність використання земель у сільськогосподарському підприємстві потрібно оцінювати з двох позицій – економічної й екологічної. Екологічна ефективність використання земель зумовлюється потребою раціонального використання та відновлення природних ресурсів, охороною навколишнього природного середовища і характеризується впливом виробництва та господарських заходів на навколишнє природне середовище через покращання якості земель, захист їх від ерозії, здійснення природоохоронних заходів.

Для оцінки впливу складу угідь на екологічну стабільність території використовується така система показників:

- Коефіцієнт економічної стабільності території;
- Індекс продуктивності агроландшафтів;
- Коефіцієнт антропогенного навантаження.

Оцінка впливу складу угідь на екологічну стабільність території, стійкість якої залежить від сільськогосподарської освоєності земель, розораності й інтенсивності використання угідь, проведення меліоративних і культуртехнічних робіт, забудови території, характеризується коефіцієнтом екологічної стабільності ландшафту до і після освоєння проекту землекористування. При різному складі угідь коефіцієнт екологічної стабільності території землекористування розраховується за формулою:

$$E_{LETO} = \frac{\sum (K_i \times P_i)}{\sum P_i} \times K_p$$

де P_i – площа і-го виду угідь, га;

K_{eci} – коефіцієнт, що характеризує екологічну стабільність і-го виду угідь (табл. №– 3.7)[5];

K_{pi} – коефіцієнт, що характеризує морфологічну стабільність рельєфу за і-м класом земель; для стабільних територій (сіножаті, пасовища, чагарники, ліси, болота) $K_p = 1,0$, для нестабільних територій (рілля, городи, багаторічні насадження) $K_p = 0,7$.

Якщо $K_{ec} < 0,33$, то територія екологічно нестабільна;

при $K_{ec} = 0,34 \dots 0,50$ – нестійка екологічна стабільність;

$K_{ec} = 0,50 \dots 0,66$ – середня екологічна стабільність;
при $K_{ec} > 0,67$ – територія екологічно стабільна.

Коефіцієнт антропогенного навантаження ($K_{a.n.}$) характеризує наскільки великий вплив діяльності людини на стан довкілля в тому числі на земельні ресурси. Він розраховується по формулі:

$$K_{a.n.} = \frac{\sum (P \times B)}{\sum P}$$

P -площа земель із відновленим рівнем антропогенного навантаження, га;
 B -бал відповідної площі з певним рівнем антропогенного навантаження (вимірюється по п'ятибальній шкалі). Помірному антропогенному навантаженню відповідають території, де значення цього показника знаходяться в межах 3,1-3,5 [43], тому цей інтервал пропонується використовувати в якості порогового.

Оцінка ступеня антропогенного навантаження проводиться по шкалі.

Таблиця 3.7

Розрахунок коефіцієнтів екологічної стабільності та антропогенного навантаження території Ужгородського району

Назва угіддя	Коефіцієнт екологічної стабільності угіддя	Площа угіддя, Р	%	$K1 * P$	Бал угіддя, Б	$P * B$
1	2	3	4	5	6	7
Забудовані землі	0	7481,3	8,6	0	5	37406,5
Рілля	0,14	29616	34,1	4146,21	4	118463,2
Багаторічні насадження	0,29	897,08	1	260,15	2	1794,16
Сади, виноградники	0,43	2120,6	2,4	911,87	4	8482,52
Городи	0,5	2259,4	2,6	1129,7	4	9037,6
Інших земель	0,6	1016,2	1,2	609,69	2	2032,3
Сіножаті	0,62	3815,3	4,4	2365,49	3	11445,9
Пасовища	0,68	13144	15,1	8937,88	3	39431,82
Під водою	0,79	1605	1,8	1267,95	2	3210

Назва угіддя	Коефіцієнт екологічної стабільності угіддя	Площа угіддя, Р	%	К1*Р	Бал угіддя, Б	Р*Б
Ліси	1	25021	28,8	25021,4	2	50042,8
Σ		86976	100	44650,34	----	281346,8

$$K_{\text{ек.ст.}} = \frac{44650,34}{86976} \times 1 = 0,51$$

$$K_{\text{а.н.}} = \frac{281346,8}{86976} = 3,2$$

Ужгородський район відноситься до території з середньою екологічною стабільністю, що свідчить $K_{\text{ек.ст.}}=0,51$. Коефіцієнт антропогенного навантаження досліджуваної території становить 3,2 бали, що характеризує помірний ступінь навантаження.

Такі розрахунки є достовірними, але їх досить важко детально проаналізувати, оскільки коефіцієнти екологічної стабільності та антропогенного навантаження не доцільно розраховувати на таку велику площу, тому що даний об'єкт дослідження, Ужгородський район, є географічно неоднорідним, а саме розташований як на рівнинних так і в передгірських частинах Карпат. Тому було зроблено більш детальний аналіз окремо по кожній сільській раді (табл.№ 3.8).

Таблиця 3.8

Коефіцієнти екологічної стійкості та антропогенного навантаження окремо по кожній сільській раді Ужгородського району

№	Назва сільської ради	Коеф. екологічної стійкості	Коеф. антропогенного навантаження
1	Сторожницька с.р.	0,25	3,72
2	Сюртенська с.р.	0,36	3,61
3	Баранинська с.р.	0,27	3,61
4	Великогеєвецька с.р.	0,47	3,24
5	Великолазівська с.р.	0,9	2,25
6	Великодобронська с.р.	0,45	3,19
7	Галоцька с.р.	0,22	3,68
8	Дубрівська с.р.	0,3	3,61
9	Есенська с.р.	0,18	3,76
10	Ірлявська с.р.	0,36	3,38
11	Камяницька с.р.	0,95	2,05
12	Кіблярівська с.р.	0,67	2,54
13	Коритнянська с.р.	0,4	3,42
14	Малод. і Тисоашв. с.р.	0,51	3,12
15	Невицька с.р.	0,77	2,47
16	Оноківська	0,89	2,23
17	Паладь-комарівська с.р.	0,35	3,48
18	Пацканівська с.р.	0,71	2,59
19	Ратовецька с.р.	0,25	3,71
20	Руськокомарівська	0,7	2,71
21	Середнянська с.р.	0,55	3,01
22	Соломонівська с.р.	0,4	3,34
23	Солоківська с.р.	0,5	3,14
24	Тарновецька с.р.	0,23	3,76
25	Тийглашська с.р.	0,39	3,4
26	Тисоашванська с.р.	0,31	3,59
27	Холмецька с.р.	0,3	3,57
28	Холмківська с.р.	0,2	3,78
29	Худлівська с.р.	0,75	2,48
30	Часлівська с.р.	0,2	3,76
31	Червонівська с.р.	0,48	3,25
32	Яроцька с.р.	0,59	2,88

3.4.5. Елементарна ландшафтно-екологічна територіальна одиниця – це просторовий об’єкт, який повинен бути однорідним за веденням сільсько-господарського виробництва на рівні землеволодінь і землекористувачів. Поділ території на екологічно однорідні ділянки служить основою для організації та розміщення сівозмін. На рівні цих елементарних структурних одиниць ландшафту враховуються практично всі відміни в природних умовах, які мають певне значення у веденні сільського господарства, а також встановлюється відповідність фактичного використання даної території до її потенційних можливостей.

Для виділення однорідних ландшафтних ділянок детально вивчаються природні чинники: клімат, рельєф, ґрунти, ґрунтоутворюючі і підстилаючі породи, рослинність. Серед мікрокліматичних показників аналізуються опади (їх кількість та інтенсивність, періоди та райони випадання ерозійно небезпечних дощів і злив). Рельєф вивчається за допомогою аналізу морфометричних показників: крутизна, довжина й експозиція схилів, глибина та густина розчленування, площа та форма водозборів. Ґрунти оцінюються з точки зору піддатливості їх процесам ерозії, у ґрунтоутворних і підстилаючих породах вивчається їх літологія і генезис.

Елементарні структурні одиниці агроландшафту виділяються з урахуванням однорідності ґрунтового покриву, рельєфу, мікроклімату, меліоративного стану та інших природних умов.

Для розв’язання землевпорядних задач пропонується виділити такі елементарні поверхні рельєфу: рівнинні привододільні території крутизною схилів до 1° , пологі схили крутизною до 3° , покаті схили крутизною до 5° , круті схили крутизною до 7° , дуже круті крутизною більше 7° , горбисті місця, днища вузьких балок, днища широких балок, молоді ерозійні форми рельєфу. Межами ділянок, однорідних за умовами рельєфу, служать каркасні лінії рельєфу (бровки, підошви схилів, лінії перегину схилів та інші), які в переважній більшості добре виражені на місцевості і відображені на плані.

Виділені ділянки, однорідні за умовами рельєфу, аналізуються щодо однорідності ґрунтового покриву. Ґрунти повинні бути однакового генетичного походження та механічного складу, однакового ступеня деградації.

Однорідна ділянка за двома компонентами (рельєф і ґрунт) аналізується щодо умов зволоження: достатнє (зональне) зволоження (Д) – ділянка розміщена на вирівняних привододільних елементах рельєфу з крутизною схилів до 1° , де атмосферні опади вбираються ґрунтом на місці їх випадання; недостатнє зволоження (Н) – ділянка розміщена на схилах крутизною $3-7^\circ$ і більше, де

значна частина опадів втрачається через поверхневий стік; надмірне зволоження (перезволоження) (П) – ділянка розміщена в понижених елементах рельєфу, днищах балок, долинах річок та суходолів[43].

Виділені елементарні ландшафтно-екологічні територіальні одиниці за трьома компонентами аналізуються щодо однорідності рослинного покриву. Для потреб землевпорядкування потрібно виходити з того, що сільськогосподарська освоєність сучасних агроландшафтів є надзвичайно великою і лісові, чагарникові та лучні угіддя, які збереглися, доцільно розглядати як окремі ландшафтно-екологічні одиниці. Виділені таким способом земельні ділянки території у подальшому розглядаються як елементарні ландшафтно-екологічні територіальні одиниці.

3.4.6. Проектні пропозиції щодо підвищення екологічної стійкості територіальні одиниці

Виконавши всі необхідні дії для виділення елементарних ландшафтно-екологічних територіальних одиниць території Ужгородського району за 4 основними показниками (зволоженістю, агровиробничою групою ґрунтів, ухилом та типом угіддя), автор даної роботи стикнувся з проблемою дрібно-контурності. Виділення ЕЛЕТО повино було б об'єднати земельні ділянки за певними властивостями і віднести їх до тої чи іншої групи земель, для подальшого їх дослідження. Однак територія Ужгородського району виявилася занадто великою, і посіченою це призвело не до об'єднання земельних ділянок, а до ще більшої їх подрібненості. Тому, для подальшого дослідження, було вирішено показати виділення ЕЛЕТО, показники коефіцієнту екологічної стійкості, антропогенного навантаження та застосування агроландшафту на прикладі двох сільських рад Ужгородського району.

Для більш детального показу в даній роботі було взято дві сільські ради. Одна з них із передгірського району, а саме Худлівська сільська рада, а друга з рівнинного – це Холмецька сільська рада.

Оскільки коефіцієнт екологічної стійкості ландшафту Худлівської сільської ради є в високим. То тут нам не потрібно нічого змінювати. Що ж стосується рівнинної частини, а саме Холмецької сільської ради то тут потрібно змінювати структуру агроландшафту.

Земельні ділянки (елементарні ландшафтно-екологічні територіальні одиниці), які мають ознаки деградованості та ризик виникнення й розвитку ерозії, трансформуються зі складу орних земель у більш екологічно стійкі угіддя – сіножаті та пасовища, а деградовані та малопродуктивні ділянки, вилучені із сільськогосподарського використання, а також днища балок і схили більше 7°, пропонується залужувати і заліснювати.

В організації території на ландшафтно-екологічній основі важлива стабілізуюча роль відводиться природним угіддям, яким належить відновна функція біокомпонентів, без яких неможливе збереження екологічно сприятливого навколишнього середовища для відтворення і розвитку живих організмів. Відновна, самоочисна і стабілізуюча функції природних угідь в агроландшафтах при їх обмеженій площі можуть бути максимально використані, якщо вони будуть розміщені у вигляді біоцентрично-мережевих структур, основними складовим яких є біоцентри, біокоридори та інтерактивні елементи. Формування схеми біоцентрично-мережевої структури агроландшафту. Вони проводять за такими показниками: кількість біоцентрів, їх розмір, довжина біокоридорів на території, їх відсоток до загальної площі

Біоцентр – це група суміжних геотопів з природною рослинністю, які виконують функції збереження генофонду ландшафту, оптимізуючого впливу на прилеглі геофони з культурною рослинністю (рілля).

Біокоридор – видовжений ареал території, представлений геотопами з природною рослинністю, вздовж якого відбуваються біотичні міграції між окремими біоцентрами. Забезпечення умов міграції видів – основна функція біокоридорів. Важливими функціями є також бар'єрна (снігозатримання, зменшення поверхневого стоку), місце проживання багатьох видів тварин і рослин, особливо птахів, оптимізуючий вплив на окремі геотопи, естетична.

Важливою функцією біокоридорів є їх бар'єрна функція, тобто затримання та більш рівномірний розподіл снігу на полях, зменшення і затримання поверхневого стоку атмосферних опадів, збільшення вологості ґрунту та повітря, збільшення видового складу і чисельності ворогів шкідників сільськогосподарських культур. В умовах складного рельєфу бар'єрна функція біокоридорів зростає, якщо вони розміщені витягнутою стороною поперек напрямку схилу, тобто вздовж горизонталей на плані.

Провівши диференційований поділ території на ландшафтно-екологічній основі та враховуючи пропозиції щодо пріоритетного використання ландшафтних територіальних одиниць, потрібно провести порівняльний аналіз використання земель в агроландшафті.

Таблиця 3.9

Порівняльний аналіз складу і структури земельних та сільськогосподарських угідь на території Холмецької сільської ради

Угіддя	Існуюче використання		Використання на ландшафтно-екологічній основі		Відхилення +, -	
	га	%	га	%	Га	%
Рілля	759,47	57,81	365,88	27,85	-393,59	-29,96
Багаторічні насадження	64,7	4,93	131,77	10,03	+67,07	+5,1
Сіножаті	157,39	11,98	151,08	11,50	-6,31	-0,48
Пасовища	172,3	13,12	131,77	10,03	-40,53	-3,09
Разом сільськогосподарських угідь	1166,16	87,84	780,5	59,41	-385,66	-28,43
Ліси і чагарники	34,8	3,5	239,62	18,24	+204,8	+14,74
Під водою	18,6	1,49	-	-	-	-
залуження	-	-	199,43	15,18	-	-
Інші землі	94,2	7,17	94,2	7,17	-	-
Всього земель	1313,76	100	1313,76	100		

Висновки до підрозділу 3.4

За результатами дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Екологізація життєдіяльності людини все більше стає актуальною потребою у сфері природокористування, і особливо у сфері землекористування. Нераціональне використання земель негативно впливає на здоров'я людини, обмежує соціально-економічний розвиток країни, призводить до деградації навколишнього середовища.

2. Унаслідок домінування екстенсивної системи використання ресурсного потенціалу землі та ведення господарства порушилося екологічно допустиме співвідношення площ ріллі, природних ценозів, лісових і водних ресурсів. Розвиток сталого землекористування – надзвичайно важлива проблема, що постала у результаті реформування земельних відносин в Україні. Стале землекористування є комплексом екологічних, економічних та соціальних факторів, які гармонійно взаємодіють.

3. Аналізуючи розрахунки екологічної стабільності та антропогенного навантаження досліджуваної території, що дало нам побачити по загальній території проекту, що поріг розораності території за проведеними дослідженнями є оптимальним і свідчить про стійкий агроландшафт. Розрахунки екологічної стабільності показали, що Ужгородський район відноситься до території з середньою екологічною стабільністю та помірним ступенем антропогенного навантаження.

4. На основі комплексної екологічної оцінки земельних ресурсів Ужгородського району впливає невідповідність сільськогосподарського виробництва вимогам раціонального природокористування. Існує певний дисбаланс у співвідношенні природних та антропогенно–перетворених земель. За динамікою показників ефективності використання земель сільськогосподарського призначення об'єкту дослідження доведено, що землі сільськогосподарського призначення використовуються неефективно.

3.5. Розробка ГІС-моделі об'єкту дослідження

Розробка ГІС-моделі об'єкту дослідження зводилась до вирішення таких теоретичних, методичних і інженерно-технічних задач:

1. Створити макет геоінформаційної системи, придатний для розвитку на його основі ГІС-моделей “сталого природокористування” стосовно регіональних об'єктів різних категорій – природних, сільськогосподарських, промислових тощо.
2. Забезпечити теоретичні і методичні можливості розробки територіальних ГІС-моделей “сталого природокористування”.
3. Отримати і впровадити в базу даних геоінформаційної системи відомості, достатні для побудови актуальної ГІС-моделі природокористування ареалами істивних рослин Закарпаття.
4. Розвинути зазначену ГІС-модель.

3.5.1. Створення макету геоінформаційної системи, придатного для розвитку на його основі ГІС-моделей “сталого природокористування” стосовно регіональних об'єктів різних категорій.

Даний макет було створено в 2016 році на основі більш ранніх наших розробок [46 – 48]. Головними його складовими є а) реляційна база даних [49] з детальними відомостями про границі різних адміністративно-територіальних утворень в межах Закарпатської області, рельєф, гідрографію, категорії земель, об'єкти природо-заповідного фонду, населені пункти та дороги області тощо, а також б) універсальні інструменти, здатні забезпечити зв'язок цієї БД із великими зовнішніми базами даних (наприклад, [50, Д51]), регіональними ГІС (зокрема, із раніше створеною нами геоінформаційною системою екологічного моніторингу поверхневих вод Закарпатської області [46] – її спрощений інтернет-варіант доступний за посиланням <http://ecozakarp.at.net.ua/help/stvors>), та з публічною кадастровою картою України [52].

3.5.2. Забезпечення теоретичних і методичних можливостей розробки територіальних ГІС-моделей “сталого природокористування”. Нами створене математичне і методичне забезпечення, необхідне для успішного розвитку сучасних ГІС-моделей “сталого природокористування”. Математичне забезпечення розглядається в підпункті 3.5.2.1, а методичне – в 3.5.2.2.

3.5.2.1. Математичне забезпечення ГІС-моделей “сталого природокористування”. Створене нами математичне забезпечення [53 – 55] суттєво оновлює і покращує можливості розробки сучасних територіальних ГІС-моделей у плані використання в них таких типових операцій, як а) перерахунок плоских прямокутних картографічних координат у геодезичні і навпаки та

б) точне визначення (з врахуванням усіх особливостей місцевостей – рельєфу, складності границі тощо) характерних точок – геометричних (географічних) центрів досліджуваних територій. Розглянемо детальніше результати, отримані по пункту “а” [53, 54].

Електронні карти в проекціях Гауса-Крюгера і UTM – універсальній поперечно-циліндричній проекції Меркатора – широко використовуються в сучасних геоінформаційних системах, а одержані в теорії цих проекцій алгоритми обчислення функціональних зв'язків між картографічними характеристиками є важливими складовими математичного забезпечення геоінформаційних систем. Найфундаментальнішими із згаданих зв'язків є пряма і обернена залежності плоских прямокутних координат x, y від геодезичних координат B, L , а також зв'язок локального масштабу карти з плоскими або геодезичними координатами та аналогічний зв'язок для зближення меридіанів і поправки за кривину геодезичної лінії [56 – 59]. Формули, за якими на даний час обчислюють ці функції, були одержані ще до “комп'ютерної ери”. Вони є принципово наближеними, тобто не дозволяють виконувати розрахунки з будь-якою наперед заданою точністю (що утруднює перерахунок координат Гауса-Крюгера і UTM із зони в зону, обчислення цих координат для широких смуг тощо [57]) і не відповідають можливостям сучасних геоінформаційних систем.

Представимо розроблену нами – див. [53, 54] – єдину розрахункову схему картографічних обчислень в проекціях Гауса-Крюгера та UTM, яка ґрунтується на використанні кількох (шести) фундаментальних функцій, та одержанні формул для точного розрахунку останніх, зокрема, в середовищах геоінформаційних систем

Нехай B, L – геодезичні координати, x, y – плоскі координати, q – ізометрична широта, яка відповідає геодезичній широті B , l – довгота, що відрізняється від геодезичної довготи L лише початком відліку (здійснюється від осьового меридіану зони), а S – довжина центрального меридіану від екватора до заданої точки. Далі для зручності геодезичну широту B характеризуватимемо величиною $\chi \equiv \sin B$.

Для реалізації можливості точного розрахунку картографічних характеристик проекцій Гауса-Крюгера та UTM за іншими заданими характеристиками слід вирішити проблему точного обчислення фундаментальних функцій

- $S(q)$ та $\chi(q)$,
- $q(S)$ та $\chi(S)$,
- $S(\chi)$ та $q(\chi)$,

причому не лише для дійсних, а й для комплексних значень їх аргументів. На тепер найбільш дослідженими є функції $S(q)$, $q(\chi)$ та $S(\chi)$ [56, 58, 59]. Аналітичне продовження першої із них з дійсної осі q на комплексну площину $Q = q + il$ (тут і далі i – уявна одиниця) визначає зв'язок ізометричних кутових координат q_0, l_0 заданої точки P_0 з її плоскими координатами x_0, y_0 (для визначеності розглядатимемо ці координати в проекції Гауса-Крюгера):

$$x_0 + iy_0 = S(q_0 + il_0). \quad (3.1)$$

Відповідно пара функцій $S(q)$, $q(\chi)$ визначає зв'язок координат χ_0, l_0 (а значить і геодезичних координат B_0, L_0) з плоскими координатами x_0, y_0 :

$$x_0 + iy_0 = S(q(\chi_0) + il_0). \quad (3.2)$$

Аналогічно функції $S(\chi)$, $\chi(q)$ (а точніше – їх аналітичні продовження) дозволяють обчислити за координатами q_0, l_0 плоскі координати x_0, y_0 :

$$x_0 + iy_0 = S(\chi(q_0 + il_0)). \quad (3.3)$$

А функції $S(\chi)$, $\chi(q)$ та $q(\chi)$ дозволяють знайти плоскі координати x_0, y_0 за координатам χ_0, l_0 :

$$x_0 + iy_0 = S(\chi(q(\chi_0) + il_0)). \quad (3.4)$$

Обернена до $S(q)$ функція $q(S)$, аналітично продовжена на комплексну площину $S = x + iy$, визначає залежність координат q_0, l_0 від плоских координат x_0, y_0 :

$$q_0 + il_0 = q(x_0 + iy_0). \quad (3.5)$$

Додатково використовуючи тут функцію $\chi(q)$, неважко перерахувати координату q_0 в χ_0 і одержати таким чином координати χ_0, l_0 та геодезичні координати B_0, L_0 . Все це компактно зображено на рис. 3.12. Він демонструє також відсутність прямого короткого зв'язку між плоскими і геодезичними координатами, що обумовлено неізометричністю останніх.

Важливими математичними об'єктами теорії картографічних проекцій Гауса-Крюгера та UTM є похідні $dq(\chi)/d\chi$, $dS(\chi)/d\chi$ і $dS(q)/dq$. Перші дві з них особливо цінні тим, що для них відомі точні аналітичні вирази:

$$\frac{dq(\chi)}{d\chi} = \frac{1 - \varepsilon^2}{(1 - \varepsilon^2 \chi^2)(1 - \chi^2)}, \tag{3.6}$$

$$\frac{dS(\chi)}{d\chi} = \frac{a(1 - \varepsilon^2)}{(1 - \varepsilon^2 \chi^2)^{3/2}(1 - \chi^2)^{1/2}}, \tag{3.7}$$

де ε – перший ексцентриситет меридіанного еліпса референц-еліпсоїду, a – екваторіальна піввісь останнього. Вирази (3.6), (3.7) – це все, що ми маємо в якості суттєвих вихідних математичних даних про функції $q(\chi)$, $S(\chi)$ і про всі інші шукані функції – $S(q)$, $\chi(q)$, $q(S)$ та $\chi(S)$. Інтегруючи (3.6), (3.7) та використовуючи в якості початкових умов, що на екваторі референц-еліпсоїду

$$\chi = q = S = 0, \tag{3.8}$$

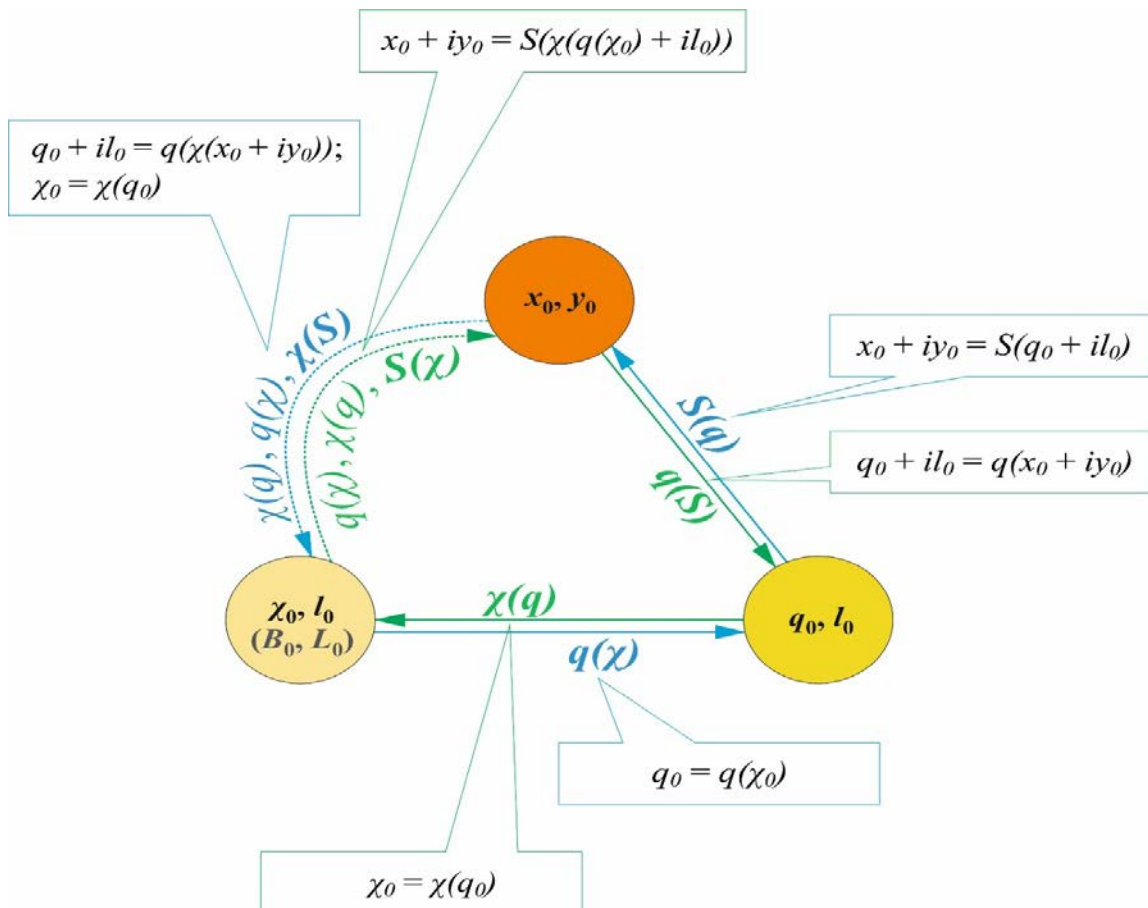


Рис. 3.12. Роль фундаментальних функцій $S(q)$, $\chi(q)$, $q(S)$, $\chi(S)$, $S(\chi)$ та $q(\chi)$ у забезпеченні зв'язків між плоскими, геодезичними і кутковими ізометричними координатами.

одержуємо такі точні вирази для функцій $q(\chi)$ і $S(\chi)$ [60]:

$$q(\chi) = \text{Arth}(\chi) - \varepsilon \text{Arth}(\varepsilon \chi), \tag{3.9}$$

$$S(\chi) = aE(\chi, \varepsilon) - a\varepsilon^2 \frac{\chi(1-\chi^2)}{\sqrt{1-\varepsilon^2\chi^2}}, \quad (3.10)$$

де $Arth(\chi)$ – функція, обернена до гіперболічного тангенсу, а $E(\chi, \varepsilon)$ – неповний еліптичний інтеграл другого роду [61].

Похідна $dS(q)/dq$ (і її аналітичне продовження на комплексну площину $Q = q + il$) відіграє особливо важливу роль в теорії картографічних проєкцій Гауса-Крюгера і UTM, оскільки безпосередньо пов'язана з такими картографічними характеристиками, як масштаб m та зближення меридіанів γ в заданій точці (останню знову позначимо через P_0 і розглядатимемо її координати $B_0, L_0; \chi_0, l_0; q_0, l_0$ та x_0, y_0). Дійсно, функція $S(q)$, як відзначалося, відображає комплексну площину $Q = q + il$ на площину $S = x + iy$, тому згідно геометричного змісту похідної функції комплексної змінної, m визначається модулем похідної $dS(q)/dq$ (поділений у нашому випадку на величину $N_0 \cos B_0$, де N_0 – радіус кривини першого вертикалу в точці P_0), а γ – її аргументом. За допомогою ключових співвідношень (3.6), (3.7) одержуємо:

$$\frac{dS(q)}{dq} = a \sqrt{\frac{1-\chi^2(q)}{1-\varepsilon^2\chi^2(q)}}. \quad (3.11)$$

Відповідно

$$m(P_0) = \frac{\left| \sqrt{\frac{1-\chi^2(q_0+il_0)}{1-\varepsilon^2\chi^2(q_0+il_0)}} \right|}{\sqrt{\frac{1-\chi_0^2}{1-\varepsilon^2\chi_0^2}}}, \quad (3.12)$$

$$\gamma(P_0) = \arg \left(\sqrt{\frac{1-\chi^2(q_0+il_0)}{1-\varepsilon^2\chi^2(q_0+il_0)}} \right). \quad (3.13)$$

Як бачимо, точне обчислення масштабу і зближення меридіанів в заданій точці з координатами q_0, l_0 можна реалізувати за допомогою фундаментальної функції $\chi(q)$. Зрозуміло також, що функція $\chi(S)$ забезпечує можливість точного розрахунку тих же величин за плоскими координатами:

$$m(P_0) = \frac{\left| \sqrt{\frac{1-\chi^2(x_0+iy_0)}{1-\varepsilon^2\chi^2(x_0+iy_0)}} \right|}{\sqrt{\frac{1-\chi_0^2}{1-\varepsilon^2\chi_0^2}}}, \quad (3.14)$$

$$\gamma(P_0) = \arg \left(\sqrt{\frac{1 - \chi^2(x_0 + iy_0)}{1 - \varepsilon^2 \chi^2(x_0 + iy_0)}} \right). \quad (3.15)$$

Все це наочно демонструє рис. 3.13. Відзначимо, що координата χ_0 , яка фігурує в знаменнику формул (3.12) і (3.14), обчислюється як $\chi_0 = \chi(q_0)$. При цьому ізометричну широту q_0 , коли точка P_0 задається плоскими координатами, можна визначити за допомогою формули (3.5).

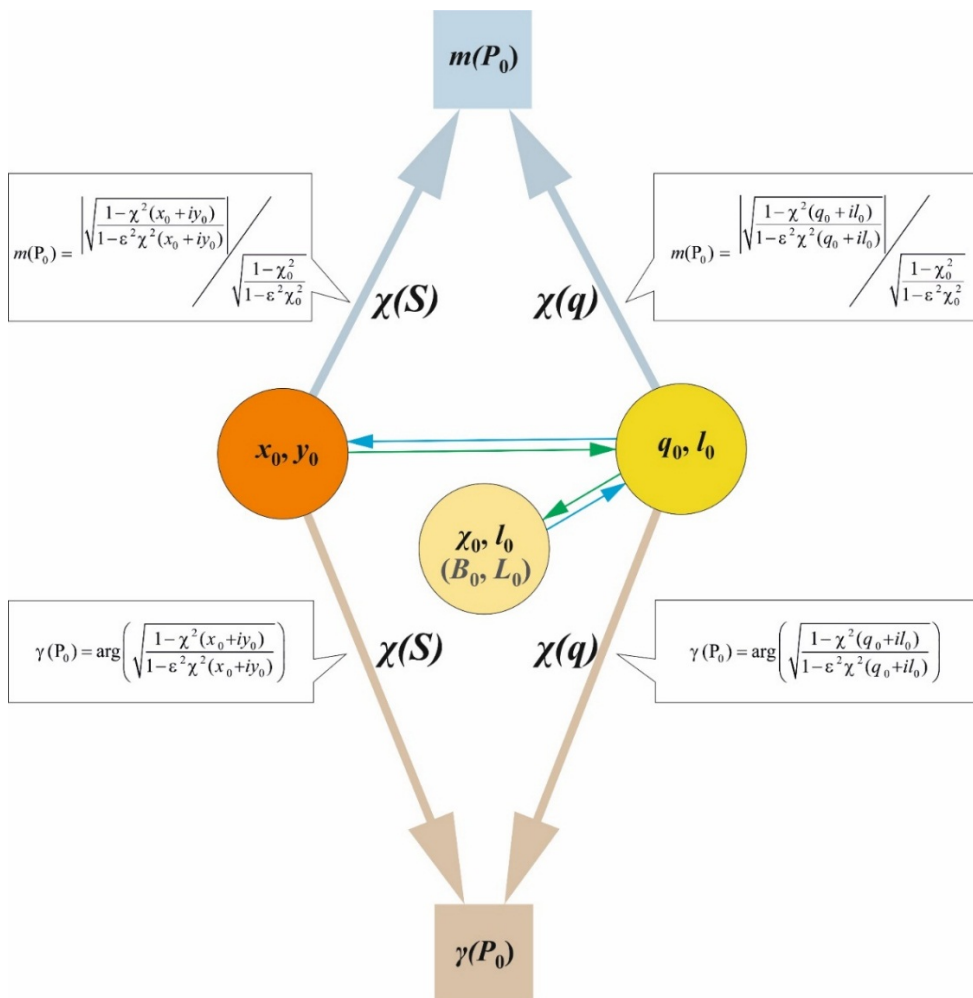


Рис. 3.13. Точне визначення у заданій точці P_0 масштабу $m(P_0)$ та зближення меридіанів $\gamma(P_0)$ за допомогою фундаментальних функцій.

В роботах [53, 54] нами побудовано ряди для точного обчислення фундаментальних функцій $S(q)$, $\chi(q)$, $q(S)$, $\chi(S)$, $S(\chi)$ та $q(\chi)$. Результат наведено в таблиці 3.8. Крім того, створено модифікацію цих рядів – ряди з поліноміальними коефіцієнтами, потрібні для побудови алгоритмів точного

обчислення фундаментальних функцій в середовищах ГІС. Результат наведено в таблиці 3.11

Таблиця 3.10

Ряди для точного обчислення фундаментальних функцій
 $S(q)$, $\chi(q)$, $q(S)$, $\chi(S)$, $S(\chi)$ та $q(\chi)$

Ряд	Перший коефіцієнт	Зв'язок коефіцієнтів
$S(q) = \sum_{k=1}^{\infty} A_k(0) \frac{q^k}{k!}$	$A_1(\chi) = a \sqrt{\frac{1-\chi^2}{1-\varepsilon^2 \chi^2}}$	$A_{k+1}(\chi) = \frac{(1-\varepsilon^2 \chi^2)(1-\chi^2)}{1-\varepsilon^2} \frac{dA_k(\chi)}{d\chi}$
$\chi(q) = \sum_{k=1}^{\infty} B_k(0) \frac{q^k}{k!}$	$B_1(\chi) = \frac{(1-\varepsilon^2 \chi^2)(1-\chi^2)}{1-\varepsilon^2}$	$B_{k+1}(\chi) = \frac{(1-\varepsilon^2 \chi^2)(1-\chi^2)}{1-\varepsilon^2} \frac{dB_k(\chi)}{d\chi}$
$q(S) = \sum_{k=1}^{\infty} C_k(0) \frac{S^k}{k!}$	$C_1(\chi) = \frac{1}{a} \sqrt{\frac{1-\varepsilon^2 \chi^2}{1-\chi^2}}$	$C_{k+1}(\chi) = \frac{(1-\varepsilon^2 \chi^2)^{3/2}(1-\chi^2)^{1/2}}{a(1-\varepsilon^2)} \frac{dC_k(\chi)}{d\chi}$
$\chi(S) = \sum_{k=1}^{\infty} D_k(0) \frac{S^k}{k!}$	$D_1(\chi) = \frac{(1-\varepsilon^2 \chi^2)^{3/2}(1-\chi^2)^{1/2}}{a(1-\varepsilon^2)}$	$D_{k+1}(\chi) = \frac{(1-\varepsilon^2 \chi^2)^{3/2}(1-\chi^2)^{1/2}}{a(1-\varepsilon^2)} \frac{dD_k(\chi)}{d\chi}$
$S(\chi) = \sum_{k=1}^{\infty} E_k(0) \frac{\chi^k}{k!}$	$E_1(\chi) = \frac{a(1-\varepsilon^2)}{(1-\varepsilon^2 \chi^2)^{3/2}(1-\chi^2)^{1/2}}$	$E_{k+1}(\chi) = \frac{dE_k(\chi)}{d\chi}$
$q(\chi) = \sum_{k=1}^{\infty} F_k(0) \frac{\chi^k}{k!}$	$F_1(\chi) = \frac{1-\varepsilon^2}{(1-\varepsilon^2 \chi^2)(1-\chi^2)}$	$F_{k+1}(\chi) = \frac{dF_k(\chi)}{d\chi}$

Таблиця 3.11

Вдосконалені ряди з поліноміальними коефіцієнтами для точного обчислення фундаментальних функцій $S(q)$, $\chi(q)$, $q(S)$, $\chi(S)$, $S(\chi)$ та $q(\chi)$

Ряд	Перший коефіцієнт	Зв'язок коефіцієнтів
$S(q) = a(1-\varepsilon^2) \sum_{k=1}^{\infty} a_{2k-1}(0) \frac{q^{2k-1}}{(1-\varepsilon^2)^{2k-1}(2k-1)!}$	$a_1(\chi) = 1$	$a_{2k+1}(\chi) = P_0(\chi)a_{2k-1}(\chi) + P_1(\chi) \frac{da_{2k-1}(\chi)}{d\chi} + P_2(\chi) \frac{d^2 a_{2k-1}(\chi)}{d\chi^2};$ $P_0(\chi) = -(1-\varepsilon^2) + 2(1-\varepsilon^2)\chi^2 - \varepsilon^2(1-\varepsilon^2)\chi^4;$ $P_1(\chi) = \chi[-4 + 4(1+2\varepsilon^2)\chi^2 - 4\varepsilon^2(2+\varepsilon^2)\chi^4 + 4\varepsilon^4\chi^6];$ $P_2(\chi) = 1 - 2(1+\varepsilon^2)\chi^2 + (1+4\varepsilon^2+\varepsilon^4)\chi^4 - 2\varepsilon^2(1+\varepsilon^2)\chi^6 + \varepsilon^4\chi^8.$
$\chi(q) = \sum_{k=1}^{\infty} b_{2k-1}(0) \frac{q^{2k-1}}{(1-\varepsilon^2)^{2k-1}(2k-1)!}$	$b_1(\chi) = 1$	$b_{2k+1}(\chi) = P_0(\chi)b_{2k-1}(\chi) + P_1(\chi) \frac{db_{2k-1}(\chi)}{d\chi} + P_2(\chi) \frac{d^2 b_{2k-1}(\chi)}{d\chi^2};$ $P_0(\chi) = -2(1+\varepsilon^2) + 6(1+4\varepsilon^2+\varepsilon^4)\chi^2 - 30\varepsilon^2(1+\varepsilon^2)\chi^4 + 28\varepsilon^4\chi^6;$ $P_1(\chi) = \chi[-6(1+\varepsilon^2) + 6(1+4\varepsilon^2+\varepsilon^4)\chi^2 - 18\varepsilon^2(1+\varepsilon^2)\chi^4 + 12\varepsilon^4\chi^6];$ $P_2(\chi) = 1 - 2(1+\varepsilon^2)\chi^2 + (1+4\varepsilon^2+\varepsilon^4)\chi^4 - 2\varepsilon^2(1+\varepsilon^2)\chi^6 + \varepsilon^4\chi^8.$
$q(S) = (1-\varepsilon^2) \sum_{k=1}^{\infty} c_{2k-1}(0) \frac{S^{2k-1}}{[a(1-\varepsilon^2)]^{2k-1}(2k-1)!}$	$c_1(\chi) = 1$	$c_{2k+1}(\chi) = P_0(\chi)c_{2k-1}(\chi) + P_1(\chi) \frac{dc_{2k-1}(\chi)}{d\chi} + P_2(\chi) \frac{d^2 c_{2k-1}(\chi)}{d\chi^2};$ $P_0(\chi) = (1-2k)\{(-1+\varepsilon^2) + [1+2k(-1+2\varepsilon^2) - (1+2k)\varepsilon^4]\chi^2 + \varepsilon^2(-1+\varepsilon^2)\chi^4\};$ $P_1(\chi) = \chi\{[-3+4k - (1+4k)\varepsilon^2] + [3-4k+8\varepsilon^2 + (1+4k)\varepsilon^4]\chi^2 + [-7+4k - (5+4k)\varepsilon^2]\chi^4 + 4\varepsilon^4\chi^6\};$ $P_2(\chi) = 1 - 2(1+\varepsilon^2)\chi^2 + (1+4\varepsilon^2+\varepsilon^4)\chi^4 - 2\varepsilon^2(1+\varepsilon^2)\chi^6 + \varepsilon^4\chi^8.$
$\chi(S) = \sum_{k=1}^{\infty} d_{2k-1}(0) \frac{S^{2k-1}}{[a(1-\varepsilon^2)]^{2k-1}(2k-1)!}$	$d_1(\chi) = 1$	$d_{2k+1}(\chi) = P_0(\chi)d_{2k-1}(\chi) + P_1(\chi) \frac{d[d_{2k-1}(\chi)]}{d\chi} + P_2(\chi) \frac{d^2[d_{2k-1}(\chi)]}{d\chi^2};$

$$S(\chi) = a(1 - \varepsilon^2) \sum_{k=1}^{\infty} e_{2k-1}(0) \frac{\chi^{2k-1}}{(2k-1)!}$$

$$e_1(\chi) = 1$$

$$q(\chi) = (1 - \varepsilon^2) \sum_{k=1}^{\infty} f_{2k-1}(0) \frac{\chi^{2k-1}}{(2k-1)!}$$

$$f_1(\chi) = 1$$

$$P_0(\chi) = -[1 + (1 + 2k)\varepsilon^2] + \varepsilon^2[9 + 8k + (3 + 8k + 4k^2)\varepsilon^2]\chi^2 - 2(5 + 7k + 2k^2)\varepsilon^4\chi^4;$$

$$P_1(\chi) = \chi\{-[3 + (5 + 4k)\varepsilon^2] + \varepsilon^2[11 + 4k + (5 + 4k)\varepsilon^2]\chi^2 - 4(2 + k)\varepsilon^4\chi^4\};$$

$$P_2(\chi) = 1 - (1 + 2\varepsilon^2)\chi^2 + \varepsilon^2(2 + \varepsilon^2)\chi^4 - \varepsilon^4\chi^6.$$

$$e_{2k+1}(\chi) = P_0(\chi)e_{2k-1}(\chi) + P_1(\chi)\frac{de_{2k-1}(\chi)}{d\chi} + P_2(\chi)\frac{d^2e_{2k-1}(\chi)}{d\chi^2};$$

$$P_0(\chi) = -[3 - 4k + (1 - 4k)\varepsilon^2] + 2[(3 - 10k + 8k^2) + (7 - 24k + 16k^2)\varepsilon^2 - 2k(1 - 4k)\varepsilon^4]\chi^2 - \\ - [(19 - 76k + 64k^2) + (9 - 44k + 64k^2)\varepsilon^2]\varepsilon^2\chi^4 + 4(3 - 14k + 16k^2)\varepsilon^4\chi^6;$$

$$P_1(\chi) = \chi\{-2[3 - 4k + (1 - 4k)\varepsilon^2] + 2[3 - 4k + 8(1 - 2k)\varepsilon^2 + (1 - 4k)\varepsilon^4]\chi^2 - \\ - 2[(7 - 12k)\varepsilon^2 + (5 - 12k)\varepsilon^4]\chi^4 + 8(1 - 2k)\varepsilon^4\chi^6\};$$

$$P_2(\chi) = 1 - 2(1 + \varepsilon^2)\chi^2 + (1 + 4\varepsilon^2 + \varepsilon^4)\chi^4 - 2\varepsilon^2(1 + \varepsilon^2)\chi^6 + \varepsilon^4\chi^8.$$

$$f_{2k+1}(\chi) = P_0(\chi)f_{2k-1}(\chi) + P_1(\chi)\frac{df_{2k-1}(\chi)}{d\chi} + P_2(\chi)\frac{d^2f_{2k-1}(\chi)}{d\chi^2};$$

$$P_0(\chi) = 2(-1 + 2k)\{(1 + \varepsilon^2) + [(-1 + 4k) + 8(-1 + k)\varepsilon^2 + (-1 + 4k)\varepsilon^4]\chi^2 + (7 - 16k)(1 + \varepsilon^2)\varepsilon^2\chi^4 + \\ + (-6 + 16k)\varepsilon^4\chi^6\};$$

$$P_1(\chi) = 4(-1 + 2k)\chi\{[1 + \varepsilon^2] - [1 + 4\varepsilon^2 + \varepsilon^4]\chi^2 + 3(1 + \varepsilon^2)\varepsilon^2\chi^4 - 2\varepsilon^4\chi^6\};$$

$$P_2(\chi) = 1 - 2(1 + \varepsilon^2)\chi^2 + (1 + 4\varepsilon^2 + \varepsilon^4)\chi^4 - 2\varepsilon^2(1 + \varepsilon^2)\chi^6 + \varepsilon^4\chi^8.$$

3.5.2.2. Методичне забезпечення ГІС-моделей “сталого природокористування”. В процесі виконання даної роботи було висунуто і реалізовано ідею застосування раніше запропонованих і розвинутих нами методів надвисокочутливого безеталонного елементного аналізу матеріалів [48, 62] до задачі отримання детальних відомостей про екологічний стан об’єктів ГІС-моделювання. Крім того, було створено два методи [53 – 55], призначені для забезпечення можливості застосування розглянутого у попередньому підпункті математичного забезпечення в середовищах сучасних геоінформаційних систем. Але найбільшим методичним здобутком виконаних досліджень є новий, універсальний (і при цьому орієнтований на використання в сучасних геоінформаційних системах) метод розв’язання одної із найтипівіших для ГІС задач – задачі багатовимірного підбору [63]. Для визначеності ілюструватимемо даний метод актуальною задачею, на котрій він був випробуваний, а саме задачею про підбір їстівних рослин, які забезпечуватимуть коригування мікробіому тої чи іншої конкретної людини [64, 65].

Якщо мікробіом контролюється за вмістом m видів мікроорганізмів, то з математичної точки зору стан його порушення у конкретної людини (називатимемо її пацієнтом) характеризуватиметься m -вимірним вектором

$$\vec{b} = (b_1, b_2, \dots, b_m), \quad (3.16)$$

де кожна складова b_i має зміст ступеня відхилення вмісту i -го виду мікроорганізмів в мікробіомі пацієнта від нормативного значення (індекс $i = 1, 2, \dots, m$ нумерує види мікроорганізмів). Кількісно b_i характеризуватимемо, як це прийнято, десятковим логарифмом відношення нормативної концентрації бактерій до вимірної у пацієнта.

Нам необхідно здійснити такий підбір рослин, щоб після їх вживання мікробіом пацієнта прийшов до норми. Для цього, очевидно, необхідно використати відомості про вплив різних рослин на різні види мікроорганізмів в мікробіомі. Нехай ми маємо такі дані про n видів рослин. Мікробні властивості кожної із цих n рослин з математичної точки зору зручно характеризувати векторами

$$\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_n, \quad (3.17)$$

кожний із яких є m -вимірним вектором (як і раніше визначений вектор \vec{b}):

$$\vec{r}_j = (r_{j1}, r_{j2}, \dots, r_{jm}). \quad (3.18)$$

Кожна складова r_{ji} вектору \vec{r}_j кількісно характеризує вплив j -ї рослини на відповідний i -й вид мікроорганізму в мікробіомі. Отже з математичної точки зору проблема підбору рослин для персоніфікованого коригування мікробіому – це задача про визначення кількостей X_1, X_2, \dots, X_n умовних доз рослин (з мікробними властивостями $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_n$), які необхідно прийняти пацієнту, коли порушений стан його мікробіому визначається вектором \vec{b} .

При цьому ясно, що між визначеними вище величинами $\vec{b}, \vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_n$ та X_1, X_2, \dots, X_n має місце такий зв'язок:

$$X_1 \cdot \vec{r}_1 + X_2 \cdot \vec{r}_2 + \dots + X_n \cdot \vec{r}_n = \vec{b}. \quad (3.19)$$

Він точно відповідає змісту вказаних векторів і їх складових, але, як показав виконаний нами аналіз, саме необхідність забезпечення рівності (3.19) і унеможливує отримання розв'язків задачі підбору для багатьох конкретних станів мікробіому. Тобто замість (3.19) слід застосувати інший, не менш правильний, але значно менш жорсткий зв'язок між векторами $\vec{b}, \vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_n$ та X_1, X_2, \dots, X_n . Нам вдалося запропонувати і послідовно використати саме такий зв'язок. Наша ідея полягає у застосуванні замість вектору \vec{b} пов'язаної із ним пари векторів \vec{b}^{\min} і \vec{b}^{\max} . Останні відрізняються від \vec{b} тим, що для обчислення їх складових використовуються не середні значення концентрацій різних видів мікроорганізмів у нормі мікробіому, а мінімальне й максимальне значення норми.

Відповідно наш розв'язок багатовимірної задачі підбору ґрунтуватиметься на використанні не жорсткої умови (3.19), а пари нерівностей

$$X_1 \cdot \vec{r}_1 + X_2 \cdot \vec{r}_2 + \dots + X_n \cdot \vec{r}_n \geq \vec{b}^{\min}, \quad (3.20a)$$

$$X_1 \cdot \vec{r}_1 + X_2 \cdot \vec{r}_2 + \dots + X_n \cdot \vec{r}_n \leq \vec{b}^{\max}, \quad (3.20б)$$

яка забезпечує правильний і, при цьому, максимально ліберальний зв'язок між векторами $\vec{b}, \vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_n$ та X_1, X_2, \dots, X_n .

Система нерівностей (3.20а, 3.20б) дозволяє знайти безліч формальних розв'язків будь-якої конкретної задачі підбору. Але нас може влаштувати лише

певна підмножина розв'язків, якій відповідатимуть набори виключно невід'ємних величин X_1, X_2, \dots, X_n , причому ці набори мають бути достатньо "економними" (не мають містити занадто високих лікувальних доз). Тому ми приходимо до n -вимірної задачі лінійного програмування з цільовою функцією

$$\varphi(X_1, X_2, \dots, X_n) = X_1 + X_2 + \dots + X_n \Rightarrow \min, \quad (3.21)$$

головними обмеженнями

$$\begin{cases} r_{11} \cdot X_1 + r_{21} \cdot X_2 + \dots + r_{n1} \cdot X_n \geq b_1^{\min} \\ r_{12} \cdot X_1 + r_{22} \cdot X_2 + \dots + r_{n2} \cdot X_n \geq b_2^{\min} \\ \dots \\ r_{1m} \cdot X_1 + r_{2m} \cdot X_2 + \dots + r_{nm} \cdot X_n \geq b_m^{\min} \end{cases}, \quad (3.22a)$$

$$\begin{cases} r_{11} \cdot X_1 + r_{21} \cdot X_2 + \dots + r_{n1} \cdot X_n \leq b_1^{\max} \\ r_{12} \cdot X_1 + r_{22} \cdot X_2 + \dots + r_{n2} \cdot X_n \leq b_2^{\max} \\ \dots \\ r_{1m} \cdot X_1 + r_{2m} \cdot X_2 + \dots + r_{nm} \cdot X_n \leq b_m^{\max} \end{cases}, \quad (3.22б)$$

і тривіальними обмеженнями

$$\begin{cases} X_1 \geq 0 \\ X_2 \geq 0 \\ \dots \\ X_n \geq 0 \end{cases}. \quad (3.22в)$$

Отже наш метод зводить багатовимірну задачу підбору до типової задачі лінійного програмування з а) відомою цільовою функцією (3.21), б) головними обмеженнями (3.22а, 3.22б), котрі є покомпонентно виписаними векторними нерівностями (3.20а, 3.20б), та в) тривіальними обмеженнями (3.22в), що забезпечують очевидну вимогу невід'ємності значень лікувальних доз.

Даний метод нам вдалося узагальнити як на випадок підбору компонент різних категорій (наприклад, рослин і пробіотичних мікроорганізмів), так і на

випадок застосування додаткових до (3.22а, 3.22б) головних обмежень [66 – 69].

3.5.3. Отримання і впровадження в базу даних геоінформаційної системи відомостей, достатніх для побудови актуальної ГІС-моделі природокористування ареалами їстівних рослин Закарпаття. В контексті ГІС-моделювання основну увагу в даній роботі ми приділили такому об'єкту, як ареали їстівних рослин Закарпаття. Причина – великий інтерес до нього з боку наших колег із хімічного, медичного і стоматологічного факультетів. (Відзначимо, що цей інтерес викликаний сучасним проривом в світовій персоніфікованій медицині, спричиненим доведеною можливістю створення нових, максимально ефективних способів лікування людини, в яких суттєво використовується персоніфіковане коригування людського мікробіому їстівними рослинами, екстрактами з рослин, пробіотичними мікроорганізмами та персоніфікованими ліками нового покоління – фармабіотиками). Завдяки цьому інтересу вдалося організувати плідну співпрацю із науковцями інших факультетів, отримати певне фінансування досліджень та забезпечити їх масштабність.

Перерахуємо чотири найважливіші групи типових задач, що безпосередньо відносяться до ГІС-моделі природокористування ареалами їстівних рослин Закарпаття:

- 1) задачі вибору ареалів за різними критеріями їх екологічної чистоти,
- 2) задачі вибору видів рослин за їх складом, зокрема, за вмістом певних біологічно активних речовин,
- 3) задачі вибору видів рослин за потрібною дією на ті чи інші мікроорганізми людського мікробіому,
- 4) задачі встановлення кореляцій і зв'язків між елементними складами ґрунтів, води, рослин та станом здоров'я населення.

Розглянемо детальніше задачі з груп “1)” і “4)”, оскільки більш складні задачі з груп “2)”, “3)” є суттєво міждисциплінарними і тому розв'язувались, головним чином, в рамках держбюджетних тем ДБ-875П та ДБ-901П.

Задачі групи “1)” пов'язані із вибором екологічно благополучних ареалів за різними доступними критеріями. Вихідними відомостями тут виступають нещодавно отримані співробітниками хімічного факультету дані про а) розподіл фонових значень вмісту важких металів та питомої активності гамма-активних нуклідів в гумусному шарі ґрунтів Закарпаття, б) значення численних (близько 100) показників забруднення поверхневих вод області та в) вміст важких металів і інших елементів в самих рослинах ареалів.

Тобто маємо такі задачі:

- 1) вибір ареалів за обраними межами фонових значень вмісту важких металів в ґрунтах,
- 2) вибір ареалів за обраними межами фонових значень питомої активності гамма-активних нуклідів в ґрунтах,
- 3) вибір ареалів, що не попадають під вплив того чи іншого забруднення поверхневих вод,
- 4) вибір ареалів за вмістом в рослинах важких металів та інших елементів.

Що ж стосується групи задач “4)”, то їх належність до типових задач пов’язана із тим, що для багатьох цілей база даних ГІС ареалів їстівних рослин Закарпаття (далі – ГІС АЇРЗ) повинна містити відомості про елементний склад ґрунтів, води, рослин та мікробіом людини, причому для різних районів Закарпаття. Саме остання обставина відкриває можливість знаходження всіх наявних кореляцій і залежностей між елементними складами зазначених об’єктів. Такі кореляції і залежності можуть бути важливими з медичної точки зору, зокрема, як інструмент для виявлення захворювань, пов’язаних із станом оточуючого середовища.

Для розв’язання всіх чотирьох груп задач в базу даних ГІС АЇРЗ нами було впроваджено надзвичайно великий обсяг різнобічних відомостей як про їстівні рослини Закарпаття, так і про інші важливі для людського здоров’я категорії природних об’єктів, а також дані про вплив цих об’єктів на мікробіом людини.

Базу даних ГІС АЇРЗ створено в форматі персональної бази геоданих. Для з атрибутивними відомостями застосовували СУБД Microsoft Access, а для маніпулювання просторовими даними – середовище ArcGIS Desktop [49, 70]. Використовували систему координат WGS 84 (World Geodetic System 1984) в проекції UTM 34N (Universal Transverse Mercator, зона 34N).

Структуру таблиць бази даних було розроблено із дотриманням всіх загальних вимог, тобто за правилами єдності, з виконанням нормалізації (до рівня третьої нормальної форми), організацією адекватних зв’язків між таблицями тощо [49].

Частину вже готових таблиць було імпортовано з вищезгаданої бази даних ГІС екологічного моніторингу поверхневих вод Закарпатської області [46].

Окремо відзначимо

а) створення таблиць за даними про фонові значення вмісту важких металів (Zn, Cu, Pb, Cd та Hg) і питомої активності гамма-активних нуклідів (а саме природних нуклідів ^{40}K , ^{232}Th , ^{212}Pb , ^{212}Bi , ^{228}Ac , ^{208}Tl , ^{238}U , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{226}Ra та техногенного нукліду ^{137}Cs) в ґрунтах і поверхневих водах цілого ряду екологічно важливих територій області;

б) побудову надзвичайно важливих таблиць з відомостями про вміст обраних елементів (Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, Co, Hg, Pb, Ca, Mg, P, As, Se, I, Br, F) в ґрунтах, водах, рослинах і людському організмі для 13 спеціально визначених локалітетів Закарпаття;

в) створення принципово важливих і унікальних таблиць про вплив їстівних рослин регіону на різні складові людського мікробіому.

3.5.4. Розвиток ГІС-моделі природокористування ареалами їстівних рослин Закарпаття. Розвиток даної моделі передбачав

- 1) створення численних інструментів для розв'язання чотирьох сформульованих у пункті 3.5.3 груп типових задач для ГІС АІРЗ,
- 2) пошук закономірностей, що стосуються об'єкту дослідження, і (у разі успіху) побудову на них математичних моделей для підвищення ефективності сталого природокористування.

По пункту “1)” нами отримано значні результати, які опубліковано в статтях 71 – 73].

Результати по пункту “2)” вдалося одержати лише останнім часом [74]. Розглянемо їх. Це, головним чином, результати виконаного нами за допомогою створених ГІС-інструментів аналізу вищезгаданих експериментальних даних про вмісти 16 хімічних елементів – Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, Co, Hg, Pb, Ca, Mg, P, As, Se, I, Br, F – у 13 взірцях овочевих наборів, сформованих в локалітетах, що є типовими для проживання в межах кожного з бувших адміністративних районів Закарпатської області.

Найбільш яскравими для цих даних виявились результати кореляційного аналізу [75] та аналізу головних компонент (Principal Component Analysis – скорочено PCA) [76].

З'ясовано, що зазначені експериментальні дані характеризуються потужними кореляціями більшості хімічних елементів та надзвичайно високим внеском перших головних компонент у пояснення дисперсії цих даних. Обидві особливості свідчать про наявність чітких закономірностей формування елементного складу їстівних рослин регіону. Дійсно, велика кількість суттєвих парних кореляції показників вказує на те, що вмісти різних хімічних елементів в досліджуваних об'єктах природного середовища пов'язані один з одним (внаслідок закономірностей, що визначають формування необхідних пропорцій елементного складу рослин та надходження хімічних елементів в рослини з оточуючого середовища тощо). А пояснення першою головною компонентою PC1 більше 80 % дисперсії вихідних даних говорить про наявність в них важливої особливості, а саме напрямку (осі) у 16-вимірному просторі вимірних показників, вздовж якого

сукупність точок даних виразно витягнута за дисперсією (відзначимо, що всю сукупність експериментальних відомостей про кожний із зазначених взірців зручно розглядати як точки у 16-вимірному просторі вимірних показників – вмістів хімічних елементів). Тобто ті вихідні показники, які відіграють визначальну роль у формуванні РС1, суттєво (і, напевно, закономірно) впливають один на одного. Ясно, що окрім РС1 це стосується й інших головних компонент, які пояснюють значний відсоток загальної дисперсії вихідних даних.

Сучасний стан науки про дані дозволяє безпосередньо використовувати подібні закономірності (без їх попереднього “класичного” вивчення) для розв’язання практичних задач. У нашому випадку такою задачею (причому дуже актуальною наприклад, в контексті організації сталого природокористування місцевими рослинами) може бути визначення в нових рослинних взірцях, взятих із будь-яких місць регіону, вмісту багатьох хімічних елементів за вимірною концентрацією одного чи кількох із них. Наявність вказаних регіональних закономірностей відкриває можливість розв’язання даної задачі, а метод РСА дозволяє створити просту модель реалізації такої можливості (далі – модель визначення елементного складу, скорочено – модель ВЕС).

В математичному плані ця модель ґрунтується на отриманні та подальшому використанні матриці навантажень P , обчисленої в рамках РСА за набором вказаних експериментальних даних. Матриця P складається із коефіцієнтів, що визначають зв’язок вихідних показників (вмістів певних хімічних елементів) з кінцевими показниками методу РСА – головними компонентами РС1, РС2 і т.д. Ця матриця, коли вихідні дані є достатньо презентативними для регіону, уособлює регіональну модель зазначених зв’язків і буде адекватною усім, в тому числі новим зразкам з даної території. Відзначимо, що рядки матриці P відповідають вихідним показникам, а стовпчики – головним компонентам.

Нехай X – матриця вихідних даних (підданих відомій процедурі автошкалування [77], потрібній для реалізації РСА), а T – матриця рахунків [76] (тобто матриця цих же автошкалованих вихідних даних, але в термінах кінцевих показників – головних компонент). Рядки обох матриць відповідають рослинним взірцям, а стовпчики – показникам (вмістам хімічних елементів та головним компонентам відповідно для X і T). Нехай I – кількість взірців, J – число вихідних показників і A – кількість головних компонент. Розглядатимемо типову ситуацію, коли $A \ll J$ і при цьому A головних компонент пояснюють значний відсоток дисперсії вихідних даних, тобто з високою точністю забезпечується РСА-рівність [76]

$$X = T \cdot P^t, \quad (3.23)$$

де P^t - транспонована матриця P .

Нехай з тих чи інших міркувань обрано A вихідних показників (із всієї їх кількості J). Введемо до розгляду квадратні матриці \tilde{X} та \tilde{P} , котрі є частинами матриць X і P , відповідними A обраним показникам. Тоді із співвідношення (3.23) випливає:

$$\tilde{X} = T \cdot \tilde{P}^t. \quad (3.24)$$

Визначаючи T із (3.24) і підставляючи результат в (3.23) отримуємо:

$$X = \tilde{X} \cdot (\tilde{P}^t)^{-1} \cdot P^t, \quad (3.25)$$

де $(\tilde{P}^t)^{-1}$ – матриця, обернена до \tilde{P}^t .

В контексті моделі ВЕС отримане співвідношення (3.25) є розрахунковою формулою, яка дозволяє обчислювати для будь-якої кількості I нових зрізів (1, 2, ...) відомості про вміст всіх J хімічних елементів, якщо для останніх відома регіональна матриця P і визначено концентрації обраних A елементів.

Нами побудовано і досліджено конкретні моделі ВЕС. З огляду на відомі вимоги [76] до вихідних даних для РСА-моделей ми зменшили кількість досліджуваних показників до 7, залишивши лише ті із них – Fe, Zn, Co, Pb, Mg, P, Se – що характеризуються максимальними значеннями коефіцієнтів парної кореляції Пірсона – таблиця 3.12, та найвищим внеском перших головних компонент у пояснення дисперсії експериментальних даних – таблиця 3.13.

Отримана для цих показників (за експериментальними даними щодо 13 вищевказаних зразків) регіональна матриця навантажень P з максимально можливою у даному випадку кількістю головних компонент $A = 7$ представлена таблицею 3.14.

Таблиця 3.12

Коефіцієнти кореляцій Пірсона для вмістів Fe, Zn, Co, Pb, Mg, P, Se в рослинах регіону

	Fe	Zn	Co	Pb	Mg	P	Se
Fe		0.90	0.91	0.93	0.96	0.90	0.93
Zn	0.90		0.90	0.87	0.89	0.94	0.91
Co	0.91	0.90		0.98	0.92	0.92	0.90
Pb	0.93	0.87	0.98		0.92	0.89	0.88
Mg	0.96	0.89	0.92	0.92		0.90	0.94
P	0.90	0.94	0.92	0.89	0.90		0.97
Se	0.93	0.91	0.90	0.88	0.94	0.97	

Таблиця 3.13

Внесок різних головних компонент у пояснення дисперсії експериментальних даних

Головна компонента	Відсоток дисперсії експериментальних даних, пояснюваний головною компонентою
PC1	0.929
PC2	0.029
PC3	0.019
PC4	0.012
PC5	0.007
PC6	0.002
PC7	0.001

Таблиця 3.14

Знайдена регіональна матриця навантажень P для задачі про вміст Fe, Zn, Co, Pb, Mg, P, Se в їстівних рослинах Закарпаття

Показник	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
Fe	0.3799	0.1385	0.4776	-0.2457	0.6502	-0.1841	0.3022
Zn	0.3724	-0.3918	-0.3901	-0.7240	-0.0616	0.1643	-0.028
Co	0.3801	0.3551	-0.4264	0.2374	-0.1895	0.0620	0.6720
Pb	0.3764	0.5701	-0.2244	0.0561	0.1938	0.1847	-0.6388
Mg	0.3794	0.1595	0.4860	-0.1514	-0.6967	-0.2726	-0.1083
P	0.3784	-0.439	-0.2389	0.4179	0.1195	-0.6179	-0.1906
Se	0.3791	-0.3975	0.3070	0.3981	-0.0154	0.6671	-0.0161

Ми дослідили властивості трьох моделей ВЕС, що ґрунтуються на цій матриці і відповідають вибору $A = 3$ або $A = 2$ чи $A = 1$ (тобто задачі отримання концентрацій всіх семи елементів у новому рослинному зразку за виміряними вмістами трьох або двох чи одного із цих елементів).

З'ясовано, що у всіх випадках точність розв'язання задачі суттєво залежить від вибору тих елементів, за вмістами яких визначаються концентрації решти елементів. Розроблено методіку здійснення оптимального вибору. Вона зводиться до розрахунку (за елементами матриці P та відомостями з таблиці ВД2) рейтингу участі кожного з вихідних показників у формуванні перших головних компонент (трьох або двох чи одної відповідно для випадків $A = 3$ або $A = 2$ чи $A = 1$). З'ясовано, що для $A = 3$ оптимальним є вибір Pb, Co і Se, для $A = 2$ – вибір Pb і P, а для $A = 1$ – вибір Co.

Як показало тестування, похибка передбачень даної регіональної моделі не перевищує 2 – 7 %, 3 – 8 % і 3 – 13 % відповідно для $A = 3, 2$ і 1.

Висновки по підрозділу 3.5

1. Створено макет геоінформаційної системи, придатний для розвитку на його основі ГІС-моделей сталого природокористування стосовно регіональних об'єктів різних категорій – природних, сільськогосподарських, промислових тощо.
2. Забезпечено теоретичні і методичні можливості розробки територіальних ГІС-моделей сталого природокористування.
3. Отримано і впроваджено в базу даних геоінформаційної системи відомості, достатні для побудови актуальної ГІС-моделі природокористування ареалами їстівних рослин Закарпаття.
4. Розвинуто зазначену ГІС-модель. В результаті знайдено суттєві регіональні закономірності, що стосуються об'єкту дослідження, і побудовано корисну математичну модель для підвищення ефективності сталого природокористування.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу літературних даних з'ясовано, що на даний час серед усіх наявних в Україні видів ресурсів найбільшу господарську проблему сталого розвитку складають природні ресурси – земельні, водні, лісові, мінеральні тощо.

2. Здійснено еколого-агрохімічний моніторинг ґрунтів та визначено екологічний потенціал земель Ужгородського району, в результаті чого виявлено на кількісному та якісному рівнях типові на сьогодні проблеми сталого природокористування землями регіону, зокрема, невідповідність сільськогосподарського виробництва вимогам раціонального природокористування.

3. Проведено націлені на розвиток регіональних ГІС-моделей сталого природокористування детальні геодезичні дослідження обраних карсто - та зсувонебезпечних ділянок на територіях бувших Тячівського та Рахівського районів, результатами яких є, зокрема,

- створення високоточної планово – висотної опорної геодезичної мережі для визначення сучасних екзогенних процесів (з використанням методів GPS та високоточного нівелювання),

- отримання сучасних цифрових ортофотопланів та цифрових топографічних планів масштабу 1:500 з перерізом рельєфу через 25 см (за допомогою БПЛА-аерофотознімання),

- виявлення найбільш карстонебезпечних ділянок та одержання даних просторово-часового карстомоніторингу (здійсненого новітнім методом радарної диференційної інтерферометрії),

- побудова 3D-моделі поверхні досліджених територій (за допомогою лазерного сканування).

4. Забезпечено теоретичні і методичні можливості розробки територіальних ГІС-моделей сталого природокористування. Отримано і впроваджено в базу даних геоінформаційної системи відомості, достатні для побудови актуальної ГІС-моделі природокористування ареалами їстівних рослин Закарпаття. Розвинуто зазначену ГІС-модель. В результаті знайдено суттєві регіональні закономірності, що стосуються об'єкту дослідження, і побудовано корисну математичну модель, націлену на підвищення ефективності сталого природокористування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Карпатський регіон: актуальні проблеми та перспективи розвитку : монографія у 8 томах/ НАН України. Інститут регіональних досліджень;наук. ред. В.С. Кравців. – Львів, 2013. – Том 1. Екологічна безпека та природно-ресурсний потенціал / відп. ред. В.С. Кравців. – 2013. – 336 с. (Серія «Проблеми регіонального розвитку»)
2. Доповідь «НАЦІОНАЛЬНА ПАРАДИГМА СТАЛОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ»<https://www.concordia.edu.ua/wpcontent/uploads/2019/08/natsionalna-paradigma-stalogo-rozvitku-ukrainy.pdf>
3. The Law on Rationalisation and Sustainability of the Local Administration <https://www.global-regulation.com/translation/spain/1466190/law-27-2013%252c-of-27-december%252c-rationalization-and-sustainability-of-the-local-administration.html>.
4. Конференція Організації Об'єднаних Націй зі сталого розвитку «Ріо+20» відбулася 20–22 червня 2012 р. в Ріо-де-Жанейро (Бразилія) <https://www.openforest.org.ua/14602/>.
5. Стокгольм – Конференція ООН по навколишньому середовищу визначила необхідність прийняття термінових дій для вирішення проблеми деградації навколишнього середовища https://pidru4niki.com/11510513/politekonomiya/mizhнародni_ekologichni_konferentsiyi
6. Найробі – Декларація Асамблеї ООН акцентує увагу на основних екологічних проблемах, які не обхідно розглянути UNEP (Програма ООН по навколишньому середовищу) у наступні 10 років <https://www.un.org/ru/sections/general/documents/index.html>
7. Генеральна Асамблея ООН рішення про заснування Комісії по сталому розвитку (КСР ООН) для забезпечення ефективного здійснення рішень UNCED
https://pidru4niki.com/11510513/politekonomiya/mizhнародni_ekologichni_konferentsiyi
8. Регіональна стратегія розвитку Закарпатської області на період 2021 – 2027 років. Затвержена Рішенням обласної ради 20.12.2019 №163
9. Регіональна стратегія розвитку Закарпатської області на період 2015 – 2020 років. Затвержена Рішенням обласної ради 20.12.2015.
10. Національна парадигма сталого розвитку України / за заг. ред. акад. НАН України, д.т.н., проф., заслуженого діяча науки і техніки України Б. Є. Патона. – Вид. 2-ге, переробл. і доповн. – К. : Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України», 2016. – 72 с.
11. Капіталізація економіки України / за ред. акад. НАН України В. М. Гейця, д.е.н. А. А. Гриценка. – К. : Інститут економіки та прогнозування, 2007.–220 с.
12. Економічна оцінка природного багатства України : [монографія] / за заг. ред. акад. НАН України, д.е.н., проф. С. І. Пирожкова; акад. НААН України, д.е.н., проф. М. А. Хвесика. – К. : ДУ ІЕПСР НАН України, 2015. – 396 с.

13. Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication [Електронний ресурс] / UNEP. – 2011. – 631 p. – Режим доступу : www.unep.org/greenecconomy.
14. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: Навчальний посібник (Рек. Міносвіти України для студентів ВНЗ)/ За заг. ред. О.О. Світличного. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. - 295 с.
15. Калинич І.В., Каблак Н.І., Скаканді С.В. Динаміка розвитку зсувних процесів на території Закарпатської області Київ: / Містобудування та територіальне планування.- 2017.-№64.-С.-535-543
16. Сучасний стан використання GNSS-даних для вирішення завдань геодинаміки / Матеріали 70-ї конференції професорсько-викладацького складу. Секції Землепорядкування та кадастр. Лісівництво. Географія та раціональне природокористування (23-24 лютого 2016 року) Ужгород, 2016 С.27-41
17. Калинич И.В., Савчук С.Г., Заец И.М. ТРАНСФОРМИРОВАНИЕ КООРДИНАТ СТАНЦІЙ СЕТ ЗАКПОС/UA-EUPOS В СИСТЕМУ ETRS89/ BALTIC SURVEYING PROCEEDINGS OF SCIENTIFIC METHODOICAL CONFERENCE „BALTIC SURVEYING’ 14” JELGAVA, 2014 С.94-98
18. Ничвид М. Р. Шейдик А.А. АНАЛІЗ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ ПРИ СТВОРЕННІ 3D КАДАСТРУ./Зб.матеріалів VIII міжнародної – науково – практичної конференції «Нові технології геодезії,землепорядкуванні, лісовпорядкуванні та природокористуванні» Ужгород 6-8 жовтня 2016 року.вид Говерла С.161-166
19. Инструкция з нивелирования I,II,III и IV классов.Москва:ЦНИИГАиК, 2004.226с.
20. ДСТУ 2757-94.Геодезія.Терміни та визначення.К.:Держстандарт України,1994.
21. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000 – 1:500-Київ,1999.С.155.
22. Ivan Kalynych, Stepan Savchuk DEVELOPMENT AND USAGE NETWORKS OF ACTIVE REFERENCE STATIONS IN UKRAINE / Baltic surveying international scientific journal.– 2017/2. – Volume 7.– P. 21-27
23. Бандурович Ю.Ю. Якісна оцінку ґрунтів Мукачівського району / Ю.Ю. Бандурович, А.В. Фандалюк // Всеукраїнської науково-практичної конференції «Охорона ґрунтів та підвищення їх родючості». Зб. наук. праць «Охорона ґрунтів». Спец. випуск. Київ. – 2015. – С. 19 – 20.
24. Доповідь про стан навколишнього природного середовища Закарпатської області за 2017 рік м.Ужгород – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/files/docs/Reg.report/2017pdf>
25. Екологічні проблеми землеробства / І.Д. Примака, Ю.П. Манько, Н.М. Рідей та ін; За ред. І.Д. Примака. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 456 с.
26. Матеріали «Форма б-зем» (станом на 01.01.2016). Головне управління держгеокадастру у Закарпатській області, 2016. – С. 4.

27. Медведєв В.В. Моніторинг ґрунтів у країнах Європейського Союзу і України // Вісн. аграр. науки. – 2003. – № 11. – С. 14 – 17.
28. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. [За ред.. Яцука І. П., Балюка С. А.] – Київ. – 2013 – 103 с.
29. Пати́ка В.П. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель (методично-нормативне забезпечення) /О.Г. Тараріко, В.П. Пати́ка. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 296 с.
30. Пересмотренная Всемирная хартия почв. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций, 2015. - 12 с. Режим доступу: <http://www.fao.org/3/b-i4965r.pdf>
31. Примак І.Д. Родючість ґрунту і системи землеробства у контексті сталого розвитку, нової біосферної парадигми природокористування і закону ноносфери В.І. Вернадського / І.Д. Примак, М.В. Войтовик // Агробіологія. - № 2. – 2014. – С. 5-12.
32. Пшеволоцький М. І. та ін. Технічний звіт з ґрунтового обстеження земельної ділянки державного підприємства «Дослідне господарство Агрофірма «Еліта» », розтійшованої на території Ратівецької сільської ради с. Ратівці Ужгородського району Закарпатської області. – Львів, 2016 – 27 с;
33. Пшеволоцький М. І. та ін. Технічний звіт з ґрунтового обстеження земель у кварталах житлової і громадської забудови с. Лінці Киблярівської сільської ради Ужгородського району Закарпатської області. – Львів, 2016 – 34 с.
34. Рижук С.М. До концепції управління родючістю ґрунтів / С.М. Рижук, В.В.Медведєв, Д.М. Бенцаровський // Вісн. аграр. науки.–2003. – № 4.– С. 5-8.
35. Статистичний щорічник «Закарпаття 2018» / [за ред. Г. Д. Гриник] – Ужгород. 2019. – 463 с.
36. Технічний звіт по коректуванню матеріалів велико масштабного обстеження ґрунтів колгоспу ім. Горького Ужгородського району Закарпатської області, м. Ужгород,1982. – 54 с.
37. Технічний звіт по коректуванню матеріалів великомасштабного обстеження ґрунтів радгоспу «Червона зірка» Ужгородського району Закарпатської області, м. Ужгород , 1984. – 47 с.
38. Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management Food and Agriculture Organization of the United Nations. - Rome, Italy. -2017. - 26 p
Режим доступу:<http://www.fao.org/3/a-bl813e.pdf>
39. Звіт про виконання природоохоронного заходу “ Розробки проекту екомережі Закарпатської області (продовження робіт)” Ужгородський район: [звіт, керівник проекту В.П. Кічура]. — Ужгород : 2010. — 31-34с. : іл., табл. — Текст: укр.. — Бібліогр. в кінці ст.
40. В. Ю. Пересоляк, М. М. Ходанич. Моніторинг ґрунтів Закарпаття. Монографія. Ужгород.Видавництво «ТУРпрес»,2013 - 110 с.<https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/26600>

41. Лазарева О. В. Методичні аспекти формування економіко-екологічного механізму управління землекористуванням / О. В. Лазарева // номіка АПК. – 2006. – № 12. – С. 62–65.
42. Наказ «Про затвердження переліку особливо цінних груп ґрунтів Держкомзем України» від 06.10.2003 № 245/ДЕРЖАВНИЙ КОМІТЕТ УКРАЇНИ ПО ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСАХ// Офіційний вісник України – 2003. – № 45. – 53с..
43. Методичні рекомендації для виконання лабораторно робіт для студентів спеціальності “Землепорядкування та кадастр”: Агроландшафтна організація території / В.Ю.Пересоляк, В.В. Савчак, В.Р. Пересоляк; — Ужгород: Ужгородський національний університет, 2013 —38 с.
44. Статистична звітність .Дані по формі б-зем управління Держземагентства в Ужгородському районі Закарпатської області.
45. ЗАКОН УКРАЇНИ "Про охорону земель" <https://xn--80aagahqwyibe8an.com/ukrajiny-zakony/zakon-ukrajini-pro-ohoronu-zemel-vidomosti2003.htm>
46. Дробнич В.Г. ГІС екологічного моніторингу та комплексного аналізу стану навколишнього природного середовища в Закарпатській області / В.Г. Дробнич, С.С. Поп, Р.В. Пересоляк, О.Т. Цапулич, В.М Карпюк // Вісник Ужгородського університету. Серія Географія. Землеустрій. Природокористування. – Ужгород, 2013. – Вип. 1. С.166-176.
47. Дробнич В.Г., Поп С.С., Шароді І.С. та ін. Створення геоінформаційної системи екологічного моніторингу довкілля в Закарпатській області. – Ужгород: Говерла, 2012. 56 с.
48. Митропольський І.Є., Кузьма В.В., Дробнич В.Г., Поп С.С. Перспективні оптичні методи щодо визначення вмісту важких металів у ґрунтах і поверхневих водах // Український фізичний журнал. 2014. Т. 59, № 2. С. 108-115;
49. Кузнецов С. Д. Основы баз данных. – 2-е изд. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 484 с.
50. Food Composition databases [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.eurofir.org/food-information/food-composition-databases-2/>.
51. ePlantLIBRAdatabase [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://eplantlibra.eurofir.org/Default.asp>.
52. Рукавчук Р.О., Дробнич В.Г. Створення інструменту для роботи з публічною кадастровою картою України в середовищі QGIS // Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції “Стан і перспективи природокористування в Україні”. 25 травня - 5 червня 2017 р. Ужгород. – Ужгород, 2017. С. 98 - 104.
53. Дробнич В.Г., Рукавчук Р.О., Мешко В.В. ГІС-алгоритми точних картографічних обчислень у проєкціях Гауса-Крюгера та UTM // Матеріали 70-ї конференції професорсько-викладацького складу УжНУ. Секції:

землевпорядкування та кадастр, лісівництво, географія і раціональне природокористування. – Ужгород, 2016. С. 22 - 26.

54. Рукавчук Р.О., Дробнич В.Г. Математичне забезпечення точних розрахунків в теорії картографічних проєкцій Гауса-Крюгера та UTM // Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції “Стан і перспективи природокористування в Україні”. 25 травня - 5 червня 2017 р. Ужгород. – Ужгород, 2017. С. 105 - 112.

55. Рукавчук Р. О., Москаль М. В., Дробнич В. Г. Орієнтовані на ГІС-середовища методи точного визначення географічних центрів територій / Р. О.

56. Рукавчук, М. В. Москаль, В. Г. Дробнич // Матеріали IX-ї міжнародної науково-практичної конференції "Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні, лісовпорядкуванні та природокористуванні" Секції Геодезія, картографія та кадастр. Лісокористування та природокористування (4-6 жовтня 2018 року). - Ужгород, 368 с.

57. Закатов П.С. Курс высшей геодезии. – М.: Недра, 1976. – 511 с.

Д12. Бугаевский Л.М. Математическая картография. – М.: Златоуст, 1998. – 400 с.

58. Морозов В.П. Курс сфероидической геодезии. – М.: Недра, 1979. – 296 с.

59. Савчук С.Г. Вища геодезія. Підручник. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 315 с.

60. Дробнич В.Г., Поп С.С., Мельник А.В. Математичні аспекти створення та використання цифрових карт в проєкціях Гауса-Крюгера і UTM // Збірник наукових праць Західного геодезичного товариства УТГК “Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва”. – 2010. Вип. 1(19). С.253-254.

61. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. – М: Наука, 1971. – 1108 с.

62. Митропольский И.Е., Кузьма В.В., Дробнич В.Г. Аналитические возможности ионно-фотонной спектроскопии для экологического мониторинга // Журнал нано- та електронної фізики. 2013. Т.5, №3. С. 03051-1 – 03051-7.

63. Дробнич В.Г., Беля-Кемінь М.В. Актуальні задачі для землевпорядних ГІС // Вісник Ужгородського університету. Серія Географія. Землеустрій. Природокористування. – Ужгород, 2014. – Вип. 3. С. 157-161.

64. Bomba A., Petrov V.O., Drobnych V.G., Bubnov R.V., Vykova O.M., Boyko N.V. Cells, Animal, SHIME and In Silico Models for detection and verification of specific biomarkers of non-communicative chronic diseases // The EPMA Journal. – 2016 – Vol. 7(1): A8. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4896262/pdf/13167_2016_Article_54.pdf

65. Meleshko T., Bati V., Levchuk O., Rukavchuk R., Drobnych V. and Boyko N. Human microbiome data: from fundamental research to practical exploitation. In The Barcelona Debates on the Human Microbiome 2017. From Microbes to Medicines [online]. 2017. p. 27 Available from: http://www.bdebate.org/sites/default/files/bdebate_microbiome_program_final.pdf.

66. Personalized pharmabiotics for correction of nosology and individual specific microbiota and immune response, Tamara Meleshko, Roman Rukavchuk,

- Volodymyr Drobnych and Nadiya Boyko – Paris, March, 2018 – book of Abstracts - <http://www.pharmabiotic.org/hot-topics-pharmabiotics-conference-2018-paris.html>.
67. Tamara Meleshko, Olexandra Pallah, Svitlana Tymoshchuk, Volodymyr Drobnych, Roman Rukavchuk, Nadiya Boyko. Using plants as a tool for human microbiome correction // Green Room Sessions 2018 International GEA (Geo Eco-Eco Agro) Conference. - 1-3 November 2018, Podgorica, Montenegro - <http://www.greenrooms.me/userfiles/Konacno%20web%20final.pdf>.
68. Roman Rukavchuk, Larysa Buhyna, Volodymyr Drobnych, Nadiya Boyko. GIS of habitats of edible plants in Transcarpathian region // Green Room Sessions 2018 International GEA (Geo Eco-Eco Agro) Conference. - 1-3 November 2018, Podgorica, Montenegro - <http://www.greenrooms.me/userfiles/Konacno%20web%20final.pdf>.
69. Roman Rukavchuk, Tamara Meleshko, Marharyta Kalynchuk, Volodymyr Drobnych, Taisiya Simochko, Nadiya Boyko. Information system for the targeted microbiome correction by nutrition and pharmabiotics // Big Data – Transition to Practice - 7th-9th November 2018 - Utrecht, NL Systems Medicine Volume 2.1, 2019 DOI: 10.1089/sysm.2018.29003.abstracts
70. Документація з ArcGIS Desktop [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://desktop.arcgis.com/ru/documentation/>.
71. Sukharev S., Bugyna L., Pallah O., Sukhareva T., Drobnych V., Yerem K. Screening of the microelements composition of drinking well water of Transcarpathian region, Ukraine // Heliyon, Volume 6, Issue 3, March 2020, e03535. (<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03535>).
72. Meleshko T., Rukavchuk R., Drobnych V., Boyko N. Personalized pharmabiotics and individual nutrition for nosology specific correction of microbiota and local immune system biomarkers // EPMA Journal, Congress Supplement 2020. (<https://doi.org/10.1007/s13167-020-00206-1>).
73. Горзов Л.Ф., Криванич В.М., Мельник В.С., Дробнич В.Г., Бойко Н.В. Микробные маркеры хронического катарального гингивита при лечении подростков несъемной ортодонтической аппаратурой // Georgian Medical News, No 6 (303), 2020. P. 125-134. (<https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/30763>).
74. Meleshko T., Rukavchuk R., Buhyna L., Pallah O., Sukharev S., Drobnych V., Boyko N. Biologically Active Substance Content in Edible Plants of Zakarpattia and Their Elemental Composition Model // Biological Trace Element Research, August 2020, DOI 10.1007/s12011-020-02345-y. (<https://doi.org/10.1007/s12011-020-02345-y>).
75. Ezekiel M., Fox K.A. Methods of correlation and regression analysis, linear and curvilinear. New York: Wiley, 1963, - 562p.
76. Kong X., Hu C., Duan Zh. Principal Component Analysis Networks & Algorithms. New York: Springer, 2017. - 333 p. - ISBN 978-981-10-2913-4.

77. Плас Дж.В. Python для сложных задач. Наука о данных и машинное обучение. СПб.: Питер, 2018. — 576 с. — (Бестселлеры O'Reilly). — ISBN 978-5-496-03068-7.

ДОДАТКИ

Каталог координат та висот пунктів СОЛОТВИНО

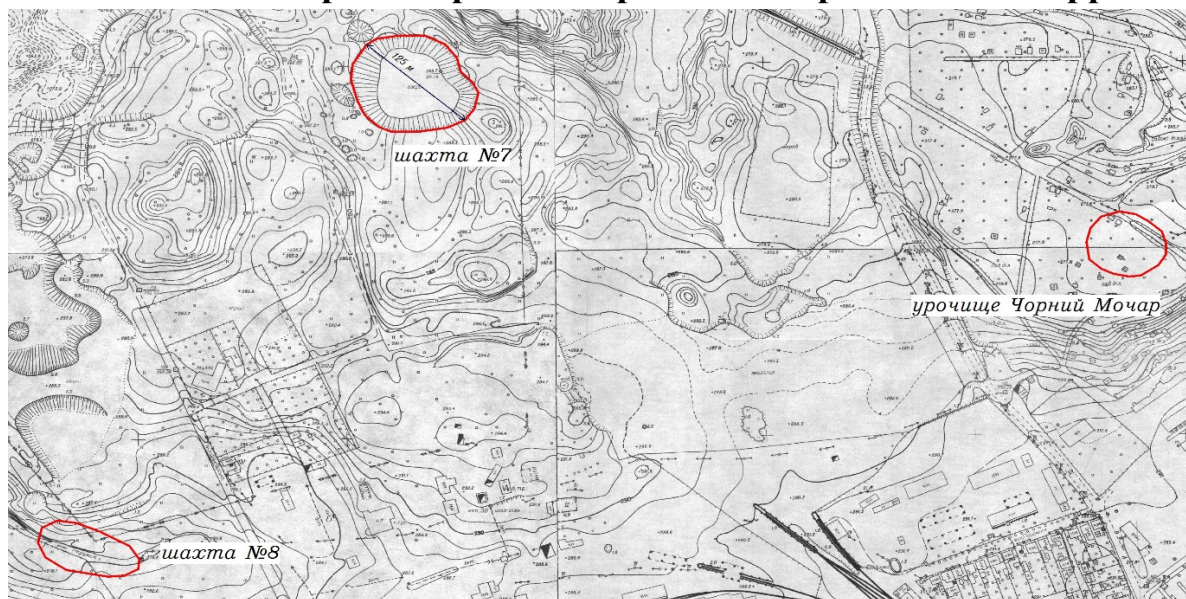
Назва пункту	Координати		Висота
	X	Y	Z
SOL1	5305064,673	1328013,690	286,5520
SOL2	5305262,075	1327235,803	281,9816
SOLt7	5305253,909	1327223,653	281,7937
SOL3	5305001,432	1327222,929	280,7608
SOL4	5304910,044	1327381,982	272,9211
SOL5	5304509,232	1327475,492	287,3017
SOL6	5304388,248	1327629,473	291,5917



Схема закладання нівелірних знаків (с.Біла Церква)

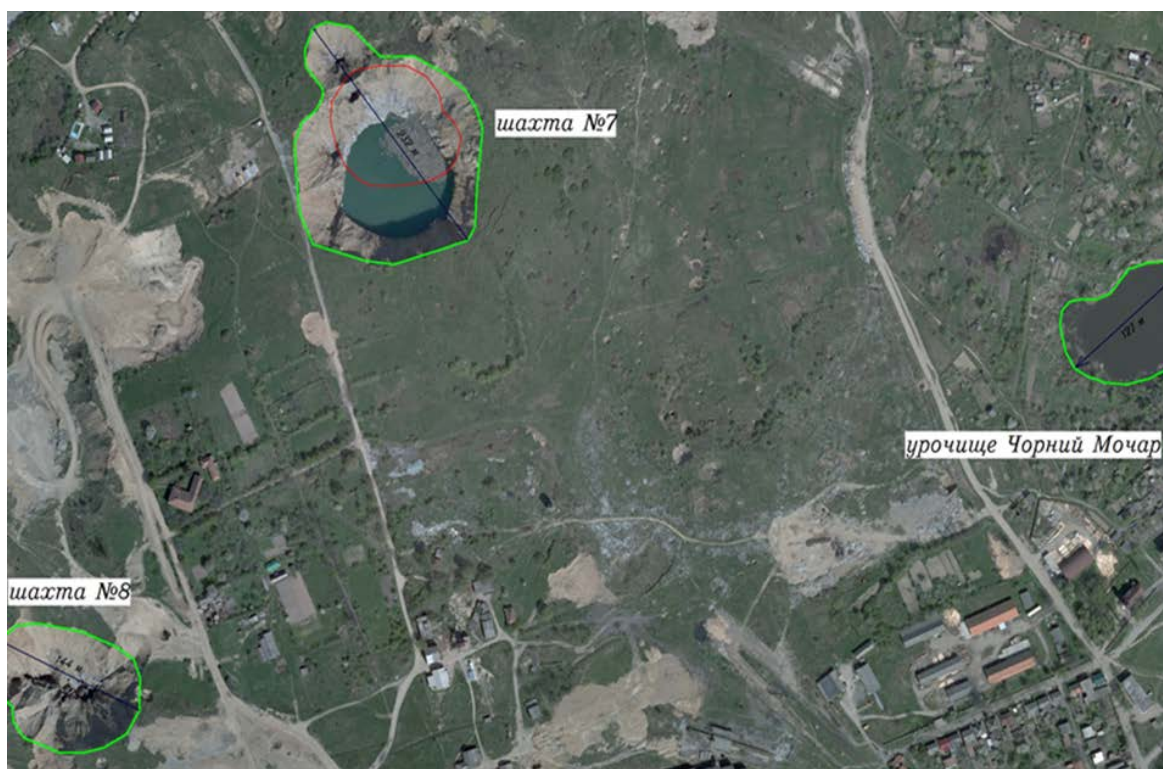
Каталог координат та висот пунктів(с.Біла Церква)

Назва пункту	Координати		Висота
	X	Y	Z
BCt5	5305302,340	1333628,017	288,8524
BCt4	5305318,054	1333645,101	288,8320
BCt3	5305333,116	1333661,805	288,6437
BC1	5305352,046	1333665,536	290,3436
BC2	5305295,393	1333601,779	290,3236

Моніторинг карстових проявів за період 1995-2020 рр.

Стереотопографічне знімання 1995 р.

Примітка: Об'єкти дослідження показані на рисунках червоним кольором, деформаційні зміщення відображені зеленим кольором.

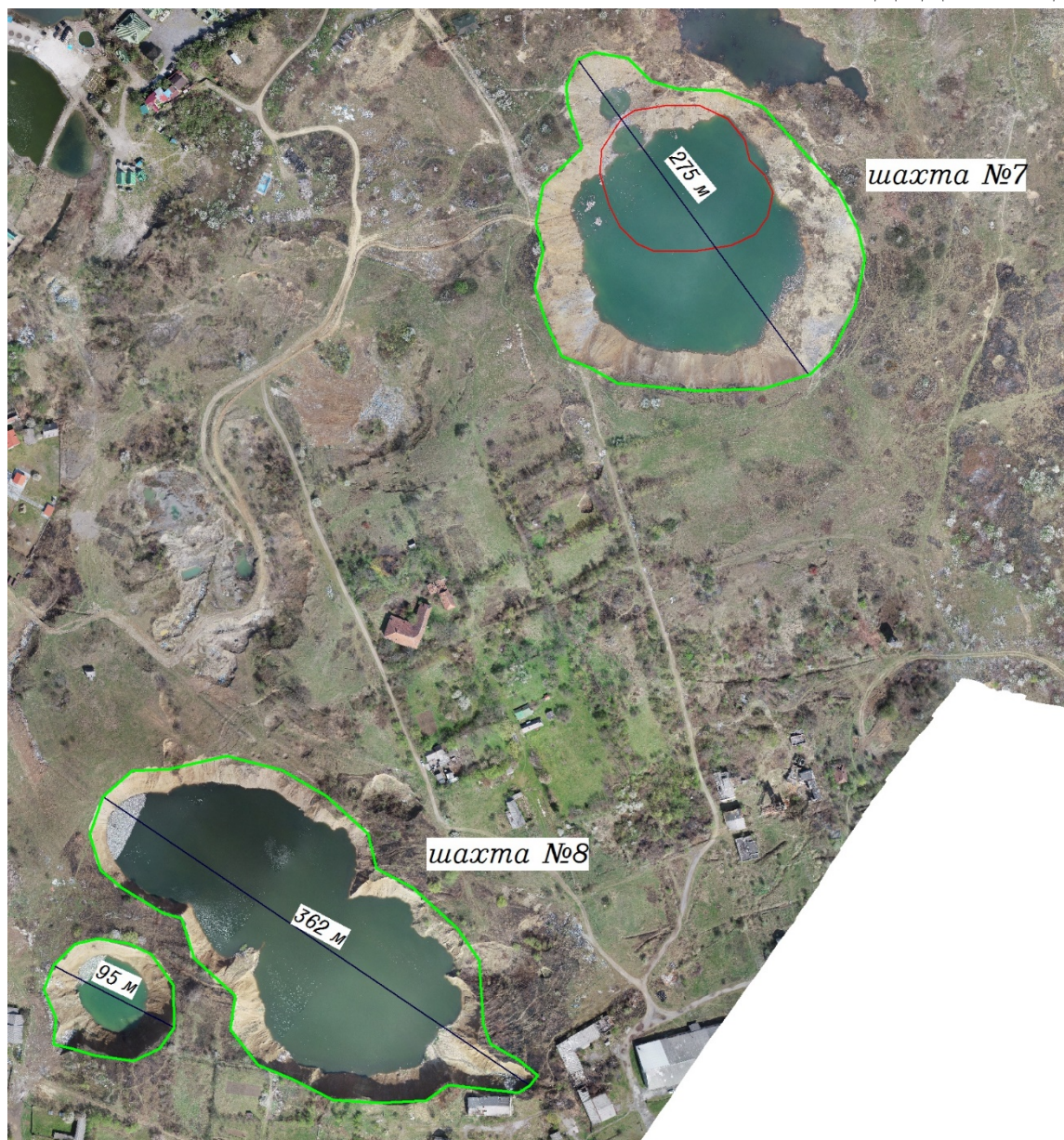


Моніторинг деформацій (матеріали аерофотознімання станом на 2010 р.)

ДОДАТОК Г

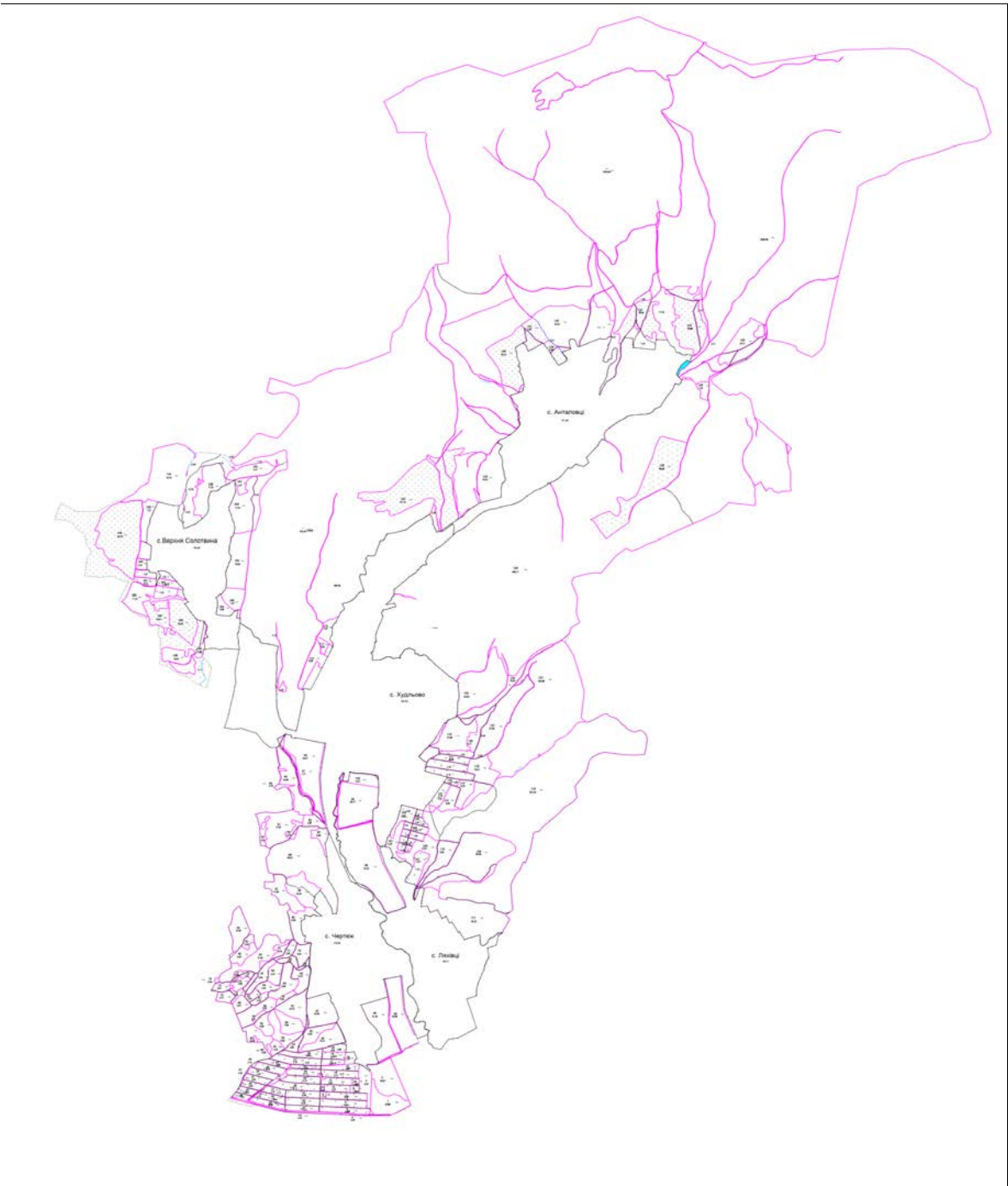


Моніторинг деформацій (супутникові знімки 2018 р.)



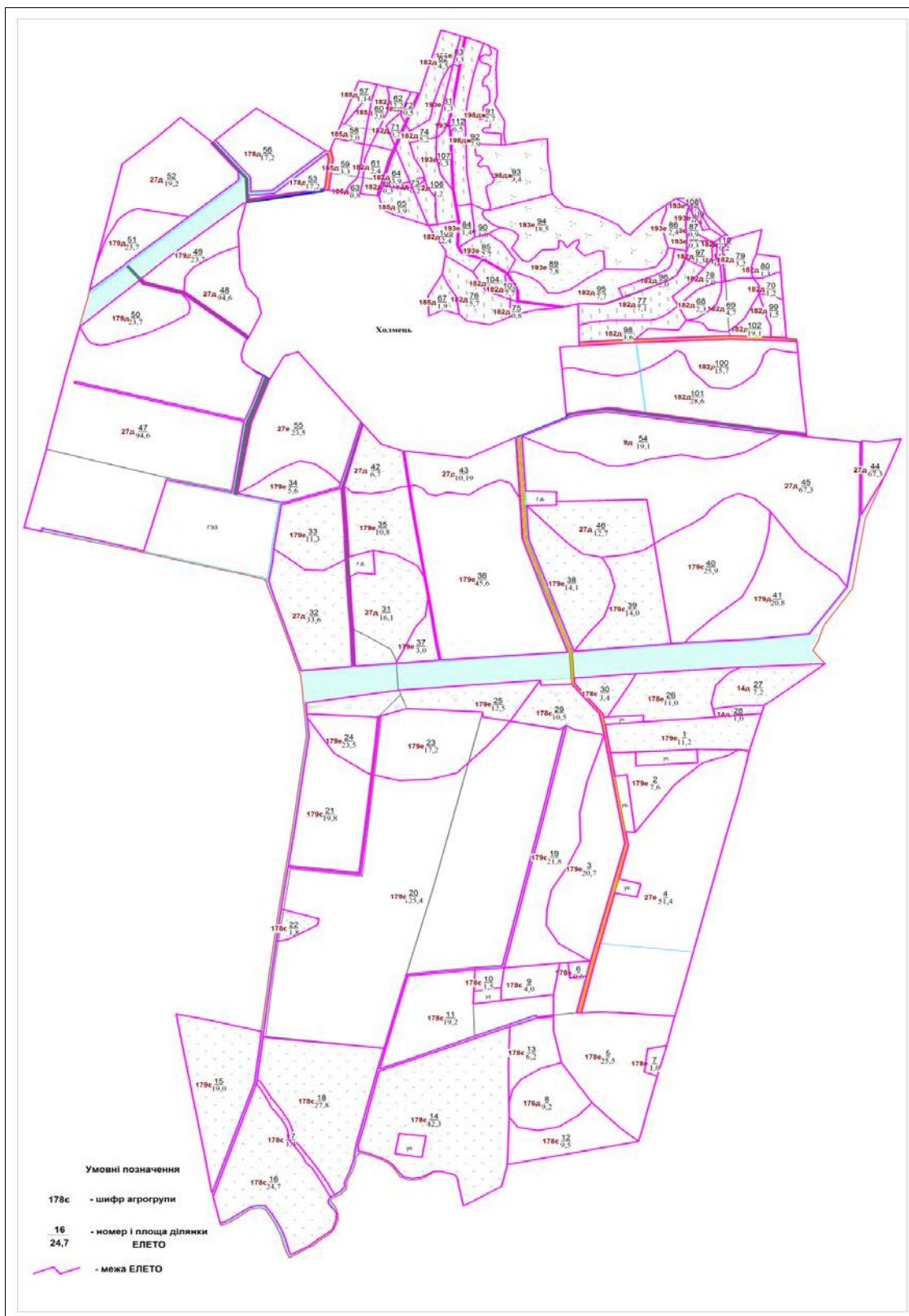
Моніторинг деформацій (матеріали аерофотознімання станом на 2020 р.)

Схема виділення ЕЛЕТО на території Худлівської сільської ради



ДОДАТОК Е

Схема виділення ЕЛЕТО на території Холмецької сілької ради



Фрагмент проекту організації території Холмецької сільської ради на ландшафтно-екологічній основі

