

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

На правах рукопису

ГОЛОЯД  
Богдан Ярославович

**ЕКОЛОГО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ  
ЗАХИСТУ ҐРУНТІВ ВІД ЕРОЗІЇ  
В ГОРАХ**

(на прикладі Українських Карпат)

11.00.11 Охорона навколишнього середовища та раціональне  
використання природних ресурсів

**А в т о р е ф е р а т**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

Івано-Франківськ, 1994

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00756383 (W)

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

На правах рукопису

ГОЛОЯД  
Богдан Ярославович

ЕКОЛОГО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ  
ЗАХИСТУ ҐРУНТІВ ВІД ЕРОЗІЇ  
В ГОРАХ

(на прикладі Українських Карпат)

11.00.11 Охорона навколишнього середовища та раціональне  
використання природних ресурсів

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

Івано-Франківськ, 1994

46 30.599

Дисертація є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському державному проектно-конструкторському технологічному інституті Міністерства промисловості України.

Офіційні опоненти:

1. Доктор технічних наук, професор **ПЕРУН Йосип Васильович**
2. Доктор біологічних наук, професор **СТОЙКО Степан Михайлович**
3. Доктор географічних наук, професор **КИРИЛЮК Мирослав Іванович**

Провідна організація — лісопромислове об'єднання «Прикарпатліс» Міністерства промисловості України, м. Івано-Франківськ.

Захист відбудеться « 9 » *липеня* 1994 р. о *14<sup>00</sup>* годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.09.02.02 в Івано-Франківському державному технічному університеті нафти і газу за адресою: 284018 Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Івано-Франківського державного університету нафти і газу.

Автореферат розісланий « 7 » *червня* 1994 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

*Б. І. Навроцький* **Б. І. НАВРОЦЬКИЙ**

**ЛНБ ім. В. Стефаника**  
**АН України**

---

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність проблеми.** Одним з найбільш актуальних і невідкладних завдань раціонального використання і охорони природних ресурсів є захист ґрунтів від руйнування ерозією і підвищення продуктивності еродованих земель.

В даний час ерозійні процеси вивчаються багатьма науковими інститутами. Проте теоретичні, і практичні дослідження, особливо окремих регіонів, які проводяться в даному напрямку, відстають від запитів науки і потреб господарства. Важливе місце в піднятій проблемі займають Українські Карпати, у природному середовищі яких на протязі тривалого агрокультурного періоду відбулися істотні, і не завжди сприятливі, кількісні і якісні зміни, спричинені, з одного боку, давнім заселенням території, а другого — посиленням використання природних ресурсів, що негативно відобразилось на екологічному стані гірських екосистем. Тому важливим завданням є розробка ефективних заходів, направлених на відновлення екологічно зрівноваженого стану Українських Карпат і, в першу чергу, охорону гірських лісів та ландшафтів від ерозійно-денудаційних, інших екзогенних процесів і стихійних проявів.

Для екологічного обґрунтування подальшого раціонального ведення лісового і сільського господарства в Карпатах на наукових засадах необхідно вивчити стан ерозійно-денудаційних процесів у гірсько-лісових басейнових екосистемах і накреслити систему протієрозійних заходів з метою запобігання деградації біогеоценозів і стимулювання їх природної стабільності. У зв'язку з цим виникає потреба в обґрунтуванні еколого-технічних заходів захисту ґрунтів від ерозії в гірських умовах.

Впродовж виконання дисертаційної роботи автор отримувал консультативну допомогу від академіка АН України М. А. Голубця і професора І. Я. Лієпи, яким висловлює щирю вдячність.

**Мета роботи:** наукове і практичне обґрунтування інтегральної системи захисту ґрунтів від ерозії в гірських регіонах з розробкою теоретично-методологічних основ і прогнозів розвитку ерозійно-денудаційних процесів, ерозійного районування території та комплексу диференційних заходів для висотних поясів Українських Карпат.

**Основні завдання досліджень.** У відповідності з накресленою метою, програмою досліджень передбачено вирішення наступних взаємопов'язаних завдань:

— виконати аналіз природно-історичних умов проявів ерозійно-денудаційних процесів в Українських Карпатах;

— виявити регіональну специфіку потенціальних факторів ерозії;

— дослідити основні умови та фактори розвитку і активізації ерозійно-денудаційних процесів;

— вивчити залежність трансформації атмосферних опадів та їх зв'язки з проявами ерозійних процесів у басейнових екосистемах;

— встановити граничні кількісні показники маси ґрунту, який виноситься поверхневим стоком за межі гірсько-лісових басейнових екосистем з різними за величиною водозбірних площ;

— провести комплексні дослідження ерозійно-денудаційних, інших екзогенних процесів і стихійних явищ та розробити проти-ерозійні заходи для основних водних артерій, які впадають в Прут, Дністер і Тиси;

— опрацювати ерозійне районування гірської території Українських Карпат з врахуванням потенціально-ерозійної небезпеки;

— скласти математичні моделі і таблиці поточного приросту по запасу деревостанів для основних лісоутворюючих порід Українських Карпат та алгоритми для розрахунків динаміки трансформації опадів, стоку води і виносу ґрунтів за межі екосистем і прогнозів селевих процесів;

— науково обґрунтувати оптимальну систему протиерозійних заходів для висотних поясів гірських провінцій з врахуванням особливостей гірсько-лісових басейнових екосистем та структуру управління лісами з метою їх раціонального використання й відтворення.

**Об'єкт і методи досліджень.** Робота виконана в гірсько-лісовій провінції Українських Карпат на площі 24 тис. км<sup>2</sup> в розрізі басейнових екосистем — приток рік Дністра, Прута і Тиси. Ця територія не однорідна за своєю геологічною будовою, геоморфологічними і ґрунтово-кліматичними умовами.

Дослідження проводились в двох аспектах: територіальному і стаціонарному. Територіальний аспект включає дослідження басейнів гірських рік з метою виявлення і вивчення ерозійно-денудаційних процесів та їх прогнозування. Особлива увага приділялась ерозійно-денудаційним процесам (площинній і лійній ерозії) на суцільних лісосіках, трельовальних волоках, трасах газо- і наф-

топроводів, в руслах рік і потоків. В процесі детальних досліджень території басейнів рік у гірській частині Карпат, виявлено і нанесено на схеми-карти з елементами геоморфології в масштабі 1:25000 всі види і об'єми екзогенних процесів. Визначено загальний стан еродованості басейнів рік, включаючи їх русла і притоки, довжина яких становить понад 7—10 км.

Розроблено комплекс диференційних протиерозійних заходів і складені схеми розташування гідротехнічних споруд із визначенням об'ємів будівництва і місць прив'язки їх у природі. Досліджені основні причини, які викликають ерозію в Карпатах; розроблено еколого-економічно обґрунтовані рекомендації й заходи для ліквідації та попередження ерозійних процесів, враховуючи їх характерні регіональні особливості.

Дослідження і розробки в такому аспекті виконані для наступних гірсько-лісових басейнових екосистем: Стрв'яжа, верхів'я Дністра, Тисмениці, Стрия, Опора, Сукеля, Лужанки, Мізуньки, Свічі, Чечви, Лімниці, Лукви, Бистриці Солотвинської, Бистриці Надвірнянської, Прута, Лючки, Пістиньки, Рибниці, Черемоша Чорного, Черемоша Білого, Черемоша, Путили, Сірета, Малого Сірета, Білої Тиси, Чорної Тиси, Тиси, Косівки, Середньої, Шофурки, Тересви, Терєблі, Ріки, Боржави, Латориці, Ужа.

Програма стаціонарних досліджень включала дослідження атмосферних опадів, об'ємів стоку вод і винос ґрунту з басейнів верхньої гірської частини ріки Ріка із замикаючим створом в смт. Міжгір'ї, загальною площею 550 км<sup>2</sup> з диференціацією на складові її басейни: ріка Репінка — 203 км<sup>2</sup>, ріка Пилипець — 44,2 км<sup>2</sup>, ріка Лопушна — 37,3 км<sup>2</sup>, ріка Студена — 25,4 км<sup>2</sup>, потік Йойковець (балка лісова) — 0,39 км<sup>2</sup> і потік Глибокий Яр (балка відкрита) — 0,28 км<sup>2</sup>.

При маршрутно-трансектних і стаціонарних дослідженнях були використані методичні рекомендації відділу кліматології інституту географії АН СРСР (Раунер, 1962, 1965, 1972), вказівки Л. Е. Родіна та ін. (1968), Українського республіканського управління з гідрометеорології, матеріали основних гідрологічних характеристик (за 1963-1970 рр. і весь період спостережень) — том 6 і щорічні дані про режим і ресурси поверхневих вод суші (1960—1992 роки), а також результати багаторічних спостережень Закарпатської воднобалансової станції. Враховано матеріали М. А. Голубця (1978) про сучасний і відновлений лісовий покрив Українських Карпат, архівні і статистичні (лісовпорядні, землевпорядні та ін.) джерела та розробки автора.

**Наукова новизна.** Для умов Українських Карпат детально вивчені причини зародження ерозійних процесів, різновидності

водної ерозії, масштаби проявів та закономірності їх розповсюдження. Дана інтегральна оцінка природних і антропогенних факторів, які безпосередньо впливають або сприяють появі і активізації ерозійних процесів в гірських ПТК (природньо-територіальних комплексах).

Вперше для Українських Карпат, на підставі стаціонарних досліджень в гірсько-лісових басейнових екосистемах з різними за величиною водозбірними площами, встановлено граничні кількісні показники маси ґрунту, який виноситься поверхневим стоком за межі екосистем. Це дає можливість реальної оцінки при визначенні в гірських ПТК шкоди від ерозійно-денудаційних та інших екзогенних процесів. В цій гірській системі вперше проведено комплексні дослідження ерозійних процесів в біогеоценотичному ракурсі на всій території, в 36-ти річкових басейнах Прута, Дністра і Тиси. Розроблено ерозійне районування гірської території з врахуванням потенціально-ерозійної небезпеки. Складені математичні моделі і таблиці поточного приросту по запасу деревостанів для основних десяти лісоутворюючих порід Українських Карпат та алгоритми розрахунків динаміки трансформації опадів, стоку води і виносу ґрунту за межі екосистем і прогнозів селевих процесів. Науково обґрунтовано оптимальну систему протиерозійних заходів в розрізі висотних поясів з врахуванням особливостей гірсько-лісових басейнових екосистем.

**Теоретичне і практичне значення, реалізація та впровадження результатів досліджень.** У дисертаційній роботі розвивається новий напрям комплексних досліджень — розробок і дається структурно-функціональний аналіз ґрунтово-гідрологічних різновидностей в гірсько-лісових басейнових екосистемах. Опрацьовано новий оригінальний підхід до визначення, аналізу і розрахунку динаміки виникнення й розвитку екзогеодинамічних процесів, еколого-економічної оцінки змін в їх структурно-функціональній організації під впливом антропогенного фактору. Розвиток такого напрямку досліджень-розробок дозволив підійти до прогнозування еколого-географічних процесів (ерозійних та ін.) у гірсько-лісових басейнових екосистемах, розробити систему протиерозійних заходів, які сприятимуть оптимізації природокористування, охорони і підтримки стабільності гірських ландшафтів.

Важливе теоретичне і практичне значення мають запропоновані автором ерозійне районування гірської території Українських Карпат та комплекс протиерозійних заходів в розрізі висотних поясів з диференціацією їх по басейнових екосистемах.

Широке практичне застосування мають розроблені таблиці поточного приросту по запасу для основних лісоутворюючих по-

рід Карпат при швидкому (і в допустимих межах) встановленні площ різного ступеня еродованості земель та продуктивності лісових фітоценозів. Пропоновані протиерозійні гідротехнічні споруди впроваджені в басейнових екосистемах впродовж 1980—1991 років. Опрацьовані конструкції гідротехнічних споруд для попередження і зменшення руйнівної сили паводків, селів і ерозії зведені в чотирьох альбомах, для практичного використання в різних умовах гірських регіонів.

Реалізація та впровадження результатів досліджень підтвержується даними 37-ми актів впровадження і підтвердження еколого-економічної ефективності. В регіоні досліджень опрацьовані протиерозійні споруди впроваджено в 21-ій гірсько-лісовій екосистемі силами 18-ти лісокомбінатів з економічним ефектом 1 млн. крб. в цінах 1984 року.

**Особистий вклад автора.** Дисертантом виконано значний обсяг робіт при проведенні наукових розробок, вирішено головні і принципові проблеми, розроблено програми і методики, проведено теоретичні і експериментальні дослідження, які відображені в дисертації.

Починаючи з 1977 і до 1993 року, автор був керівником роботи і відповідальним виконавцем при розробці науково-технічної тематики по вивченню ерозійних процесів, обґрунтуванні протиерозійних заходів для 36-ти гірсько-лісових басейнових екосистем Українських Карпат. В процесі роботи над ерозійною тематикою, особисто автором разом з співробітниками розроблені нові конструкції протиерозійних гідротехнічних споруд для гірських умов і одержано 15-ть авторських свідоцтв СРСР на винаходи.

За останні роки опрацьовано та підготовлено до друку серію із семи науково-практичних брошур і монографій під рубрикою «Еколого-лісівничі проблеми Українських Карпат».

Виконувана тематика одночасно входила в різні науково-технічні програми: регіональну — «Розробити природоохоронні заходи по водорегулюванню гірських рік Передкарпаття і підвищенню захисних функцій лісових екосистем з метою запобігання паводкам», республіканську — «Українські Карпати» та в міжреспубліканську — «Дністер». Автор є керівником і відповідальним виконавцем комплексної програми «Охорона і раціональне використання водних ресурсів». Учасниками і виконавцями розділу по воді були науково-дослідні і проектні інститути, університети України та колишнього Союзу. Як керівник і відповідальний виконавець, автор розробляв концепції, програми і методичні підходи для виконання досліджень, очолював організацію і проведення польових, стаціонарних та трансектних експедиційних

робіт, особисто брав участь у зборі, обробці і аналізі експериментальних матеріалів, узагальненні вихідної інформації, обґрунтуванні теоретичних висновків, складанні практичних рекомендацій і заходів, а також у розробці проектних рішень і проектів з авторським наглядом за виконанням будівельних робіт.

**Апробація роботи.** Результати досліджень доповідались на республіканських конференціях з науково-технічного прогресу в лісовій і деревообробній промисловості України (Івано-Франківськ 1972, 1978, 1981, 1982, 1987, 1990, 1992; Львів 1984, 1985, 1989, 1991; Київ 1978, 1979, 1980, 1983, 1986, 1989, 1990), на Всесоюзних конференціях (Ташкент 1979; Барнаул 1983; Москва 1983, 1987; Петрозаводськ 1985; Красноярськ 1988; Йошкар-Ола 1990; Архангельськ 1992), на IV Українському Республіканському ботанічному з'їзді (Дніпропетровськ 1992), VIII Всесоюзному ботанічному з'їзді (Алма-Ата 1988), VI Українському республіканському з'їзді географів (Одеса 1990), Міжнародному конгресі «Біоконверсія органічних відходів народного господарства і охорони навколишнього середовища» (Івано-Франківськ 1992), Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми Гуцульщини» (Косів 1993), Всесвітньому конгресі гуцулів (Івано-Франківськ 1993).

Науково-практичні роботи обговорювались на науково-технічних радах Івано-Франківського державного проектно-конструкторського технологічного інституту, об'єднань «Прикарпатліс», «Закарпатліс», «Чернівецьліс» та «Львівліс», науково-технічних секціях Мінліспрому України.

Результати наукових досліджень по темі дисертації, викладені у понад 100 статтях, тезах конференцій і наукових монографіях та брошурах, а також в 15-ти авторських свідоцтвах на винаходи.

#### **Основні положення, що виносяться на захист:**

1) встановлення особливостей зародження, активізації і поширення ерозійно-денудаційних, інших екзогенних процесів та стихійних явищ, які домінують в гірсько-лісових екосистемах Українських Карпат;

2) теоретичні узагальнення та методологічний підхід при вивченні і прогнозуванні сучасних екзогенних процесів у гірських умовах за допомогою алгоритмів, математичного моделювання і таблиць поточного приросту по запасу для основних лісоутворюючих порід;

3) ерозійне районування гірської території;

4) обґрунтування системи протиерозійних заходів для висотних поясів з врахуванням особливостей гірсько-лісових басейнових екосистем;

5) оптимальна структура раціонального управління лісами в гірських умовах на екологічних принципах.

**Об'єм і структура роботи.** Дисертація складається із вступу, 9 розділів, висновків і додатків. Список використаної літератури нараховує 309 назв. Текстова частина викладена на 373 сторінках машинопису, цифрові матеріали представлені в 30 таблицях. Робота ілюстрована 35 малюнками.

## **ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ**

### **РОЗДІЛ І.**

#### **АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ЕРОЗІЇ ГРУНТІВ**

Процеси водної ерозії в Карпатах формуються і проявляються як результати комплексного впливу багатьох факторів на поверхню землі. Гірські умови Карпат відрізняються, перш за все, високим показником глибини ерозійного розчленування і пов'язаних з цим, крутизною схилів. Одна із особливостей гірських умов — добре виражений вплив експозиції схилів на кліматичні фактори і пов'язані з ними процеси водної ерозії.

Стійкість ґрунтів проти ерозії залежить від експозиції і крутизни схилів, товщини ґрунтового покриву, їх механічного складу і ґрунтоутворюючих порід.

За стійкістю проти ерозії ґрунти поділяють на:

1) нестійкі, які залягають на глибину до 30 см (переважно на крутих схилах південних експозицій, нерідко з виходом на поверхню гірських порід);

2) середньостійкі, які залягають на глибину 30—60 см (на спадистих схилах різних експозицій);

3) стійкі ґрунти, які залягають на глибину понад 60 см.

При оцінці еродованості і ґрунтового покриву враховується також специфіка ґрунтів. Дослідження показали, що фактор довжини і експозиції схилів нерідко більше впливає на розподіл змитих ґрунтів, ніж крутизна схилів. Встановлено великий вплив експозиції на розподіл змитих ґрунтів.

Істотне значення в зародженні руйнівних явищ ерозії мають масові вітровали у лісах Карпат.

Для боротьби з ерозією в гірських умовах необхідна робота і здійснення комплексу заходів, які повинні передбачувати правильну організацію території, агролісомеліоративні, гідротехнічні і агротехнічні роботи на що і були спрямовані дослідження, викладені в дисертаційній роботі.

## РОЗДІЛ 2.

### АНАЛІЗ ПРИРОДНО-ІСТОРИЧНИХ УМОВ ПРОЯВІВ ЕРОЗІЙНИХ ЯВИЩ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ

Карпатська гірська система належить до альпійської фази складчастості і сформувалася в неогені і антропогені. З точки зору структурно-тектонічного районування в її межах виділяються три геоструктурні зони: Передкарпатський крайовий прогин, Карпатську складчасту область та Закарпатський внутрішній прогин.

Ерозійні явища підпорядковані закономірностям, які пов'язані з структурно-тектонічними умовами території. Активні неотектонічні рухи в межах Горган, Покутсько-Буковинських Карпат і Чивчинських гір сприяють збільшенню відносного візусу річкової мережі, крутизни і випуклості гірських схилів. Підрізка крутих гірських схилів водостоками сприяє активізації обвальних процесів, а молоді деревостани, які переважають в регіоні, не затримують в достатній кількості поверхневий стік (Сливка, Голлад, 1987).

Геоморфологічні умови визначають значну потенціальну здатність рельєфу до розвитку і активізації ерозійних і інших екзогенних процесів.

Гідрологічна мережа Карпат представлена сильно розвинутою системою великих і малих водних артерій, які беруть початок в горах і мають велике падіння — в середньому 4 м/км, швидкість течії їх висока — 2-3 м/с.

Важливими факторами середовища в горах є материнські породи і ґрунти. Характер ґрунтоутворюючих порід і властивості ґрунтів мають безпосередній вплив на склад і продуктивність лісів. Хімічний склад материнських ґрунтоутворюючих і підстилаючих порід у горах визначають товщину і родючість ґрунтів.

Вплив механічного складу ґрунту та його протиерозійні властивості проявляється досить виразно: важкі ґрунти менше піддаються змиву ніж легкі.

Істотним фактором, який обумовлює інтенсивність ерозії є інфільтрація ґрунту. Інтенсивність інфільтрації визначається шпаруватістю ґрунту, його структурою, хімічними властивостями.

Географічна широта, орієнтація гірських гряд, висота над рівнем моря, напрям головних повітряних течій визначають клімат і гідротермальні режими місцевості. Глибокий аналіз закономірностей формування клімату Українських Карпат і багату його якісну характеристику дають М. С. Андріанов (1957, 1968)

та І. Е. Бучинський (1963). На основі сум активних температур (вище  $+10^{\circ}\text{C}$ ), протяжності періодів з температурами  $0^{\circ}$ ,  $5^{\circ}$  і  $10^{\circ}\text{C}$  та середніх температур найтеплішого і найхолоднішого місяців, територія Карпат поділена на шість висотних термічних зон: теплу, помірно теплу, помірну, прохолодну, помірно холодну і холодну. Відповідно і вплив температурних зон на ерозійні процеси проявляється по-різному.

У передгір'ях Карпат випадає 600—800 мм, у високогір'ях — до 1600 мм атмосферних опадів. Оподи відносяться до числа кліматичних факторів, які суттєво впливають на ерозію ґрунтів.

Антропогенні фактори є основними причинами ерозії гірських лісових ґрунтів Карпат, а саме: екологічно необґрунтовані можливості експлуатації лісів, суцільно-лісосічні рубки не пристосовані до гірського рельєфу, техніка і технологія лісозаготівель, випас худоби, лісові пожежі і т. ін.

### РОЗДІЛ 3.

#### РЕГІОНАЛЬНА СПЕЦИФІКА ПОТЕНЦІАЛЬНИХ ФАКТОРІВ ЕРОЗІЇ

Згідно геоморфологічного районування Українські Карпати поділяються на 7 областей: Передкарпаття, Зовнішні Карпати, Водороздільно-Верховинську, Полонинсько-Чорногірську, Мармарошську області, область вулканічних Карпатсько-Міжгірських Западнн та Закарпатську рівнину (Цись, 1962). Небезпека ерозійних процесів найбільша у Зовнішніх Карпатах, Водороздільно-Верховинській, Полонинсько-Чорногорській і Мармарошських областях.

Крутизна схилів є важливим фактором, який визначає величину ерозії. Схили, за крутизною, поділяють на пологі — до  $10^{\circ}$ , спадисті —  $11-20^{\circ}$ , круті —  $21-30^{\circ}$ , дуже круті — вище  $30^{\circ}$  (Ханбеков, 1978).

Розподіл площі з різною крутизною схилів в Українських Карпатах (разом з с/г користуванням) вище відміток 400 м над р. м. наступний (Перехрест, 1971):

$0-10^{\circ}$  — 454200 га — 24% від загальної площі;

$11-20^{\circ}$  — 1011700 га — 49% від загальної площі;

вище  $20^{\circ}$  — 557600 га — 27% від загальної площі.

Із наведених даних видно, що понад півмільйона гектарів у Карпатах представлено крутими і дуже крутими схилами і переважаюча їх площа знаходиться на території держлісфонду. Це свідчить, що ерозійна небезпека в гірських умовах велика.

Значної шкоди екологічній стабільності Карпат завдало монокультурне лісове господарство з одностороннім спрямуванням на чисті смерекові деревостани, які створювались з XIX століття під впливом німецької лісівничої школи. Це привело до скорочення майже в три рази площі бучин, що мають меліоративне значення в підтримці родючості буроземних ґрунтів і до пониження водозахисної ролі смерекових монокультур. Останні виявилися нестійкими проти ентомошкідників і грибних захворювань.

## РОЗДІЛ 4.

### ТРАНСФОРМАЦІЯ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ І ОСОБЛИВОСТІ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ГІДРОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ ТА ЕРОЗІЙНО-ДЕНУДАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

4.1. Вплив рельєфу і ґрунтово-гідрологічних умов на розподіл опадів.

Рельєф у гірських умовах особливо помітно впливає на розподіл атмосферної вологи. Крутизна схилів впливає на утворення, переміщення або закріплення уламкового матеріалу, тому на крутих схилах гір зростає скелетність ґрунтів і збагачується їх механічний склад.

У гірських ґрунтах відбуваються два процеси, обумовлені стікаючими водами: ерозія і боковий внутрішньогрунтовий стік. Ерозія, оголюючи ґрунтові горизонти і материнську породу, омолоджує ґрунт, протидіючи його повному розвитку. Боковий же стік, сприяє перерозподілу тонкодисперсних і розчинних сполук, може прискорити чи гальмувати формування ґрунтів, визначаючи хід і напрям процесів ґрунтоутворення.

Встановлено, що крутизна схилів, як визначальний фактор розподілу опадів, змінює напрям внутрішньогрунтового стоку, збільшує бокове поступання води в товщу ґрунтів крутих ділянок у 2-3 рази у порівнянні з низхідним просочуванням. В ґрунтах виположених схилів низхідне просочування води в 1,5—2,5 рази перевищує бокове (Боднарчук, 1961; Туренко, 1979).

4.2. Роль лісових фітоценозів.

При вивченні ролі лісових фітоценозів у формуванні водних ресурсів, велика увага приділяється їх впливу на характер опадів, як головного джерела поповнення запасів води на Землі і, в першу чергу, річкового стоку.

Багатьма вченими (Воейков, 1948, 1949; Перехрест, 1971 та ін.) стверджується, що вплив лісів на опади проявляється в тому,

що воін є причиною гальмування повітряних мас, обумовлюючи тим виникнення висотних повітряних струменів, які сприяють охолодженню повітря і прискоренню хмароутворення.

У деяких країнах світу твердження про збільшення кількості опадів під впливом лісу або не приймається до уваги взагалі, або піддаються сумніву.

Матеріали сучасних досліджень атмосферних опадів у лісах дозволяють дати деяку середню оцінку перехоплення їх лісовим наметом у різних географічних зонах і випаровуванням в атмосферу. Вона дорівнює 30-35% або біля однієї третьої річної суми рідких і твердих опадів.

Лісові фітоценози позитивно впливають і на річний стік рік. Результати багаторічних досліджень (Рахманов, 1951, 1971; Бас, 1965; Блак, 1968; Ідзон, 1975; Паулюкявічус, 1978) підтверджують висновок про збільшення річного стоку рік при збільшенні лісистості басейнів.

Велика водорегулююча роль лісів полягає у зменшенні максимальних модулів стоку, знижуючи тим самим максимальні повені (Соколов, 1962; Валек, 1975).

#### 4.3. Участь гідролісомеліорації в зміні гідрологічного режиму

Надмірно зволжених і заболочених лісових угідь в передгір'ях Українських Карпат нараховується понад 150 тис. га. На 27 тис. га виконані гідролісомеліоративні роботи, проекти на які виготовлені науково-дослідною лабораторією лісових екосистем Карпатського регіону під нашим керівництвом.

Результати подекадних замірів у п'езометрах, розташованих на різних віддалях від регулюючих каналів дають відносно повну характеристику залягання поверхневих ґрунтових вод за вегетаційний період і окремо за червень — найбільш дощовий місяць. Аналіз одержаних даних свідчить, що вплив гідролісомеліорації на пониження рівня поверхневих ґрунтових вод виражений слабо. Вона помітно виражена тільки на віддалі кількох метрів від осушувального каналу.

У цих умовах внутрішньогрунтовий стік бере мінімум участі в порівнянні із загальним стоком даної території. Найбільш ймовірні стоки, які впливають на відведення поверхневих вод з меліоративних площ — це поверхневий стік і стік по першому ґрунтовому водотривкому горизонті (на глибині 20-22 см від поверхні землі). Останні види стоку виражені істотно при умові, якщо осушувана місцевість має слабо виражений мікрорельєф.

Таким чином, заболочення в умовах передгір'я Карпат відбувається переважно за рахунок поверхневих ґрунтових вод. Істотних, різких змін у ґрунтоутворюючому процесі і гідрологіч-

ному режимі після осушення у передгір'ї не виявлено (Голояд, 1975; Голояд Заціха, 1982). Але вони позитивно впливають на підвищення продуктивності лісових фітоценозів ; екологічний баланс довкілля.

#### 4.4. Особливості диференціації гідрологічного режиму.

Результати наукових досліджень в різних фізико-географічних областях (Боднарчук, 1956, 1959, 1960; Голояд, Сливка, 1983) свідчать про те, що гідрологічний режим рік, особливо в гірських умовах, зазнає під впливом господарської діяльності істотних змін. Їх видно повсюдно і характеризуються вони від'ємно. Найбільш відчутно ці зміни проявляються у зникненні малих струмків (приток четвертого і третього порядків), значному зменшенні дебіту стоку річкової мережі, появі частих паводків, селів, активізації ерозійно-денудаційних процесів та інших шкідливих явищ (Олійник, 1983; Поліщук, 1988; Одинак, 1992; Рудько, 1992).

Основною причиною інтенсифікації цих негативних процесів є нерациональна, екологічно й економічно не обгрунтована господарська діяльність людини в гірсько-лісових басейнових екосистемах. Вона негативно вплинула в першу чергу на стабільну природну диференціацію гідрологічного режиму гірських комплексів, що привело до порушення структури і їх функціонування, а в окремих випадках до початку деградації річкових басейнових екосистем.

#### 4.5. Загальна характеристика досліджуваних басейнів.

Для стаціонарних досліджень вибрана верхня гірська частина басейну ріки Ріка із замикаючим створом в смт. Міжгір'ї, площею 550 км<sup>2</sup>, яка характеризується як найбільш типова для рельєфу Українських Карпат. Ріка бере початок із джерела на схилі гори Чорна Ріпа, в 2 км на північ від села Прислоп на висоті 1100 м. Басейн ріки розташований на південно-західному схилі Карпат і становить собою систему (ланцюг) гір з круглими схилами, розсіченими долинами рік і струмків. Він має округлу форму, довжиною 29 км, середньою шириною 20,3 км. Різниця у висотах становить 666 м. Середній нахил водостоку — 23 тисячні. Більша частина поверхні басейну (до 40 відсотків) покрита лісом.

Річкова мережа утворена десятьма водними артеріями довжиною від 7,1 до 31,3 км і значною кількістю (понад 500) струмків протяжністю 2-3 км. Сумарна довжина річкової мережі перевищує 300 км. Її густота у межах басейну досягає 2,5-2,7 км/км<sup>2</sup>.

Решта досліджуваних басейнів розташовані на території описаної вище басейнної екосистеми р. Ріка. Це такі басейни рік: Репінка — площею 203 км<sup>2</sup>, Пидипець — 44,2 км<sup>2</sup>, Лопушна —

37,3 км<sup>2</sup>, Студена — 25,4 км<sup>2</sup>, а також басейни потоків Йойковець (балка лісова) — 0,39 км<sup>2</sup> і Глибокий Яр (балка відкрита) — 0,28 км<sup>2</sup>. Басейни відрізняються між собою різними природними параметрами і відсотком лісистості. Виняток складає басейн потоку Глибокий Яр.

4.6. Результати досліджень і їх інтерпретація.

Результати багаторічних натурних досліджень, які базуються на 56778 замірах мутності проб води і інших спостережень, пов'язаних із вивченням атмосферних опадів, поверхневим стоком вод, річковим режимом (виконаних на протязі 23 років), дають можливість досить повно висвітлити питання трансформації опадів, диференціації гідрологічного режиму і ерозійно-денудаційних процесів у гірсько-лісових басейнових екосистемах Українських Карпат на прикладі р. Ріка.

Встановлено тісний кореляційний зв'язок між кількістю опадів, стоком поверхневих вод і виносом (за мутністю) ґрунтів з території експериментальних басейнових екосистем. Найбільш істотно впливає на зменшення поверхневого стоку і втрату ґрунтів від ерозії залісненість басейнів. Так, при лісистості території басейну пот. Йойковець 92,3 відсотки, винос ґрунту становить лише 1,12 т/га на рік, у басейні р. Пилипець, при лісистості 78,4 відсотки, втрати ґрунту дорівнюють 1,72 т/га на рік. Значно більше ґрунту змивається з басейнів з низькою лісистістю. З басейну р. Репінка, при лісистості 22 відсотки, і з басейну р. Студеної — де лісистість 18 відсотків, виноситься ґрунту відповідно 3,05 і 2,92 т/га на рік.

Найменшу втрату ґрунту виявлено в басейні пот. Глибокий Яр — 0,76 т/га на рік, який є безлісий. Це пояснюється тим, що поверхня ґрунту тут сильно задерніла, що уповільнює поверхневий стік і зменшує ерозійно-денудаційні процеси.

Залежність поверхневого стоку вод і виносу ґрунту від величини водозбірних басейнів виражена не істотно.

Інші природні і антропогенні чинники впливають на ерозійні процеси невизначено, тому потребують додаткових детальних досліджень із застосуванням спеціальних методик.

При гідротехнічних розрахунках і обґрунтуваннях проектів рекомендується використовувати показники карт зон мутності і розмиваючого коефіцієнта (Кочубей, 1971), які приблизно відображають характер податливості поверхні басейнів до розмиву в Українських Карпатах.

Результати експериментальних досліджень в басейні р. Ріка можуть служити для наукового обґрунтування при вирішенні ряду проблемних питань регіонального природокористування в гірських районах.

## РОЗДІЛ 5.

### КОМПЛЕКСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕРОЗІЙНО-ДЕНУДАЦІЙНИХ, ІНШИХ ЕКЗОГЕННИХ ПРОЦЕСІВ, СТИХІЙНИХ ЯВИЩ ТА ЇХ ІНТЕРПРЕТАЦІЯ

5.1. Загальна характеристика процесів і умов їх виникнення. Українські Карпати — це природно-антропогенна екосистема, сучасний стан якої визначається взаємостосунками людини і її господарства з природою. Диференціація природних умов обумовлена геологічним розвитком і структурно-літологічними особливостями території. Клімат, ґрунтовий покрив і гідрологічний режим є сприятливим для значного продукування біологічних ресурсів. Рослинний покрив і його біологічна маса є результатом і критерієм оцінки можливостей природи регіону.

Для більш детального наукового трактування домінуючих проявів ерозійно-денудаційних процесів, автором проводились дослідження різних видів ерозії. Вони виконані в 36-ти гірсько-лісових басейнових екосистемах основних рік Карпат — перших приток Дністра, Прута і Тиси.

Обґрунтування і рекомендації основних напрямків і методів досліджень, причин виникнення і поширення ерозійних процесів у гірських умовах Карпат, а також методики окремих видів досліджень опрацьовані разом з інститутом екології Карпат АН України і Латвійським державним університетом.

#### 5.2. Ерозійно-денудаційні процеси.

Хід ерозійно-денудаційних процесів в гірських і передгірських районах Карпат залежить від специфіки геоморфологічних і геолого-структурних умов. Повздожньо-зональне розчленування основних структурно-фаціальних зон і геоморфологічних районів впливає на перерозподіл бокової і глибинної ерозії, а також на розвиток зсувних і обвально-осипних процесів.

**Процеси руслового розмиву.** У період паводків, при значному піднятті води істотно збільшується швидкість течії, максимально-го розвитку досягає ерозія, яка руйнує береги (Печковська, 1971; Гсюлад, 1982). На зворотах русел центробіжні сили створюють поперечний ухил, в результаті чого в площині живого перетину потоків виникають поперечні течії, які направлені по поверхні потоку від випуклого берега до вигнутого, а по дні — у зворотному напрямку. Рух води в потоках, внаслідок накладки повздожніх і поперечних течій, стає гвинтоподібним, і відповідно впливає на формування русла ріки. Струменисті води, набігаючи на вигнутий берег і опускаючись на дно, розмивають берег і дно ріки,

пересуваючи продукти розмиву до протилежного берега. В процесі досліджень (Голояд, 1992) виявлено, що бокові розмиви переважають в долинах більшості гірських потоків і річок.

**Лінійний розмив.** Багаторічними дослідженнями (1977-1993 рр.) науково-дослідної лабораторії лісових екосистем Карпатського регіону виявлено, що лінійний розмив в Карпатах широко розповсюджений у вигляді вибоїн і ярів. Ерозійні вибоїни трапляються на схилах долин гірських рік. Це здебільшого молоді ерозійні форми, які знаходяться в стадії активного розвитку. Глибина їх не перевищує 1-1,5 м, довжина — від декількох метрів до декількох десятків метрів. Схиллові і берегові яри розповсюджені на схилах рік, як в передгірських районах, так і в горах. Товщина алювію визначає глибину ярів. Довжина їх не перевищує 200-300 м, а глибина — 7-10 м.

**Площинний змив.** У гірських умовах Карпат площинний змив пов'язаний з випуклими і крутими, понад 20° південними і південно-західними схилами і інтенсивно розвивається на нижніх, найбільш стрімких ділянках (Пасулько, 1967; Горшенін, Пешко, 1972; Стойко, 1981; Сабан, 1982; Чубатий, 1984; Голояд, 1990). Найбільш активно він відбувається на свіжих суцільних вирубках лісу.

Головну роль у формуванні поверхневого стоку і процесів ерозії відіграють атмосферні опади, особливо зливові дощі. При зливах великої інтенсивності (60-70 мм) активізуються як площинний змив, так і селеві паводки. Важливе значення в розвитку цього процесу мають також стрімкість схилів і властивості гірсько-лісових ґрунтів.

Аналіз даних багаторічних спостережень в досліджуваних басейнах показав, що із збільшенням крутизни схилів від 20 до 35° кількість рідкого стоку збільшується в три, а твердого — майже у вісім разів. Подібні результати одержані нами також при дослідженнях в басейнах рік Турбат, Турбаціл, Бертянки, Яблониці, верхів'ї Малої Шопурки, в Горганах.

Різно активізується поверхневий стік на свіжих лісосіках, внаслідок пониження інфільтраційних можливостей ґрунтів. А при наявності на лісосіках волоків відбувається концентрація поверхневого стоку, внаслідок чого ерозійна дія води різко зростає, а водопроникливість ґрунтів понижується приблизно на 30 відсотків. При цьому значно знижується і природне відновлення лісу.

Підсумовуючи результати досліджень ерозійно-денудаційних процесів в Українських Карпатах, приходимо до висновку, що поява і розповсюдження цих екзогенних процесів залежить від

збігу різних природних факторів і в значній мірі від масштабів і інтенсивності сили антропогенного втручання.

### 5.3. Паводки.

У зв'язку із зменшенням лісистості і несприятливою віковою структурою лісів та інших причин, великі руйнівні паводки на ріках Українських Карпат пройшли в 1947, 1948, 1955, 1957, 1960, 1964, 1969, 1970, 1974, 1977, 1980, 1982, а в останні роки в 1992 і 1993 рр.

Аналізуючи розвиток і повторність катастрофічних паводків за останні 70-80 років, приходимо до висновку, що повторність паводків, які наносять народному господарству великі збитки, зросли в післявоєнні роки. Частково це можна пояснити тим, що в період війни і в перші два десятиріччя після її закінчення, площа рубок головного користування в 2-3 рази і більше перевищувала розрахункову лісосіку. Суцільні рубки часто проводились на осипних і зсувних схилах і вздовж русел рік (Перехрест, 1971). Крім того, на значній площі ліси були знищені вітровалами.

### 5.4. Закономірності розвитку і проявів сільових процесів.

Сель — це один з екзогенних процесів, інтегруючих дію інших схилових процесів. Такі екзогенні процеси, як вивітрювання, зсуви, обвали, осипи, площинна ерозія та ін. в геосистемі «сель» повинні розглядатися в плані елементарних процесів, які підготовляють і поставляють в русло водостоку тверду складову, а в кремих випадках відіграють вирішальну роль у формуванні рідкої складової.

На підставі вивчення географії сільових явищ в Українських Карпатах (Айзенберг, 1959, 1964; Голояд, 1990; Рудько, 1992) можна виділити три сільових райони: Північно-Західний, Південно-Західний і Східний.

У зв'язку з інтенсифікацією господарської діяльності прослідковується зростання сільонебезпечності. Так, за період з 1900 до 1940 рр. сільопрояви спостерігались один раз на вісім років а за період з 1948 до 1970 рр. вони реєструвалися тут через кожні два-три роки. Цьому в значній мірі сприяло посилення ерозійної діяльності на стрімких гірських схилах внаслідок вільного антропогенного впливу.

В процесі досліджень нами визначені основні розрахункові параметри 54-х сільових потоків Українських Карпат (Сливка, Голояд, 1992; Голояд, Сливка, Паневник, 1994).

З метою математичного прогнозування селів опрацьовані чотири алгоритми з різною кількістю незалежних параметрів (від двох до п'яти). Найбільш повний прогноз дає використання алгоритму з п'ятьма незалежними параметрами:

$$Y = 13,16 + 7,34X_1 + 16,86X_2 - 6,39X_3 - 60,9X_4 + 10,17X_5,$$

де  $Y$  — загальний об'єм селя, тис. м<sup>3</sup>;

$X_1$  — об'єм наносів, тис. м<sup>3</sup>;

$X_2$  — площа водозбору, км<sup>2</sup>;

$X_3$  — загальний об'єм наносів, тис. м<sup>3</sup>;

$X_4$  — площа сільових вогнищ, км<sup>2</sup>;

$X_5$  — винесено за межі водосборів, тис. м<sup>3</sup>.

Стандартна помилка прогнозу дорівнює  $\pm 46$ , що відповідає близько 9,3 відсотка від прогнозних середніх показників.

Наявність рівнянь з різною кількістю незалежних параметрів дозволяє користуватися ними при різній кількості даних, суттєво не змінюючи якість прогнозу.

### 5.5. Зсувні і обвально-осипні процеси.

Розвиток зсувів пов'язаний з близьким заляганням ґрунтових вод і перенасиченням водою підстилаючих глинистих порід, які виконують функцію дзеркала ковзання (сповзання).

В досліджуваних регіонах зсуви розповсюджені в різних місцевостях. На Буковині зсуви виявлені в Сірет-Путильській височині. В межах Південно-Покутської височини і на Лімницько-Бистрицькому межиріччі зсуви виникають в глинисто-піщаних товщах.

У басейні ріки Прут зсуви зустрічаються в Ворохтянській улоговині вздовж шосейної дороги Ворохта-Пожижевська. В долині ріки Бистриці Надвірнянської зсуви зафіксовані в нижній течії потоків Довжинець, Романишин, Розтока, де переважають горбисті утворення.

Сучасні зсуви виявлені в долинах рік Мізуньки, Лужанки і Сукеля. Окремі зсуви фрагментарно трапляються у верхів'ях Пістиньки і Рибниці. У басейні Чорного Черемоша зсуви розповсюджені в долинах приток Бережниці, Ільця, Дземброні, Подорова-того і Погорільця. На Білому Черемоші вони зафіксовані в долинах потоків Кохана, Яблоньського, Пробійного, Яловичора, Кривого, Фаєвника і Прилучного.

У Чивчинських горах переважають зсуви-обвали. Вони приурочені головним чином до алювіально-делювіальної частини відкладів у зоні кристалічних порід. У Закарпатті на значній площі зсувні процеси виявлені в Ясинянській улоговині. Зсувні схили і окремі зсуви дослідженнями зафіксовані в долинах рік Косівської, Шопурки і Тересви. У Вулканічних Карпатах зсуви формуються в суглинковому делювії кори вивітрювання вулканічних порід, які залягають на масивних дацитах і андезитах.

Обвально-осипні процеси широко розповсюджені на схилах хребтів Свидовця, Черногори, Горган та в Чивчинських горах. Первинне порушення рівноваги схилів відбувається внаслідок

розмиву їх нижньої частини водостокami, крім того стійкість схилів послаблюється в окремих випадках внаслідок господарської діяльності. Частина великих обвалів спричинювана сейсмічною активністю (землетрусами).

Потенціальну небезпеку представляє можлива активізація кам'яних розсипів, площа яких в Українських Карпатах складає 15 тисяч гектарів (Рудько, 1992; Голояд, 1994).

Аналіз сучасного стану, ерозійно-денудаційних, інших екзогенних процесів і стихійних явищ свідчить про те, що на появу, розвиток і інтенсифікацію цих шкідливих проявів істотний вплив має неухильно зростаюча сила антропогенного фактора. При далішій інтенсифікації екологічно необґрунтованої господарської діяльності в регіоні природа вже не буде справлятися з прогресуючими техногенно обумовленими екзогенними процесами.

## РОЗДІЛ 6.

### **МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ПРОДУКТИВНОСТІ І ВПЛИВУ ФАКТОРІВ ДІЇ НА ДЕРЕВОСТАН У ГІРСЬКИХ УМОВАХ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЕРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ**

6.1. Теоретичні і методологічні обґрунтування. Показники реакції деревостану.

У зв'язку з інтенсифікацією лісгосподарського виробництва все більше зростає необхідність кількісної оцінки ефекту різних лісгосподарських заходів (протиерозійних, гідролісомеліорацій, рубок догляду, удобрення і т. ін.). Вплив цих заходів на лісові екосистеми залежить від правильності їх вибору і проведення.

Існуючі методики досліджень впливу різних факторів на природні комплекси умовно можна розділити на два напрями: на вивчення складу та встановлення рівня їх дії. Ясно, що методики другого напрямку мають вагомі переваги.

У вирішенні вказаних проблем визначальну роль відіграє цільове призначення фітоценозів, які в цьому випадку поділяються на дві групи. Першу групу складають насадження, основне призначення яких продукувати деревину, другу групу підтримувати сприятливе навколишнє середовище.

Відомо, що продуктивність деревостанів можна виразити різними показниками. Тому виникають труднощі при виборі найбільш придатного показника продуктивності. Аналіз набутого досвіду показує, що найбільш придатними є ті методи, які ґрунтуються на

застосуванні динамічних таксаційних показників насаджень: поточних приростів за висотою, діаметром і запасом, додаткового і поточного додаткового приростів. Характерна особливість таких показників — можливість за короткий час об'єктивно і швидко віддзеркалити реакцію деревостану на зміни впливу факторів середовища.

Характеристика реакції лісових фітоценозів непромислового призначення — більш складне завдання. В цьому випадку одна провідна функція лісу або явно не виділяється, або не піддається задовільному опису за допомогою одного чи кількох інтегральних показників деревостану. Тому, їх кількісна оцінка за допомогою одноцільової функції неможлива. Для оцінки таких насаджень потрібний багатомірний підхід з одноразовим обліком особливостей різних функцій, які виконують лісові фітоценози в конкретних умовах місцезростання.

6.2. Методика оцінки реакції лісових екосистем на вплив природних і антропогенних факторів дії

Метод, який пропонується для визначення ефекту впливу факторів дії на лісові фітоценози ґрунтується на визначенні додаткового приросту по запасу. Він вираховується як різниця між запасом оцінюваного деревостану в кінці періоду оцінки і прогнозуючим запасом того ж деревостану в той же час (Лієпа, Голояд, 1975).

Алгоритм пропонованого методу має такий вигляд:

$$\Delta M = M - Mt, \quad (6.1)$$

де  $\Delta M$  — додатковий приріст по запасу за період оцінки  $t$ ,  $m^3/га$ ;

$M$  — запас наявного деревостану під час оцінки впливу дії фактора, тобто в кінці періоду  $t$ ,  $m^3/га$ ;

$Mt$  — прогнозуючий запас наявного деревостану в той же час (тобто запас, який би мав деревостан, якщо б не виконувалася оцінювана дія),  $m^3/га$ .

Для кількісної оцінки впливу різних факторів дії розроблена програма FLOWER.

6.3. Методика виявлення структури і динаміки комплексної дії екологічних факторів.

Методичною основою оптимального управління і раціонального користування лісовими системами, охорони і прогнозування їх динаміки в різних умовах існування є вивчення ретроспективного розвитку і сучасного стану цих систем.

Сила впливу окремих факторів відображається через показники питомої ваги дії. Алгоритм вирахування цього показника має такий вигляд:

$$Y_j = d(v_j C_{0j}), \quad j = 1, 2, \dots, K \quad (6,2)$$

де  $Y_j$  — показник питомої ваги впливу  $j$ -го фактора;

$K$  — число одночасно досліджуваних факторів (регресорів);

$v_j$  — коефіцієнт множинної регресії;

$C_{0j}$  — коефіцієнт коваріації між вивчаючим показником реакції системи і  $j$ -м фактором.

Для виявлення структури і динаміки комплексного впливу розроблена програма визначення сили впливу екологічних факторів (Лієпа, 1982), яка рекомендується і частково застосована автором при вивченні впливу еродованості земель в Карпатах на лісові фітоценози.

6.4. Математична модель поточного приросту і таблиці поточного приросту деревостанів Українських Карпат.

Для розробки адекватної моделі поточного приросту по запасу наявного деревостану використовувались методи математичної статистики і математичного аналізу. Поточний приріст по запасу — це показник, який характеризує збільшення запасу наявного деревостану в залежності від змін параметрів запасу насаджень. В цьому випадку поточний приріст по запасу представляє собою повний його диференціал.

Для практичної оцінки впливу ерозійних процесів на приріст деревини розроблені математичні моделі і таблиці поточного приросту по запасу для основних лісоутворюючих порід. Емпірична інформація для розробки цих матеріалів представляє собою дані модельних дерев десяти лісових порід Карпат: смереки європейської (130 моделей), ялиці білої (251), бука лісового (420), сосни звичайної (115), дуба звичайного (111), берези повислої (87), граба звичайного (104), осики (95), липи серцелистої (104), ясеня звичайного (111).

Складені таблиці поточного приросту представляють собою приріст деревостанів по запасу в корі. Користування ними просте, тому що при таксації деревостанів визначають середній діаметр, середню висоту і суму площ поперечних перетинів за допомогою загально прийнятих способів лісової таксації.

Результати досліджень з вивчення поточного приросту по запасу деревостанів основних лісоутворюючих порід Карпат взяті

за основу при розробці і уточненні ерозійного районування гірської території Українських Карпат та опрацюванні системи протиерозійних заходів по висотних поясах і гірсько-лісових басейнових екосистемах.

## РОЗДІЛ 7.

### АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКІВ ГІДРОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ І ЕРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ГІРСЬКИХ УМОВАХ

З метою постійної підтримки природної стабільності басейнових екосистем і стимулювання їх до клімаксового стану необхідно знати і володіти структурно-функціональними особливостями і систематично поповнювати банк даних природними і антропогенними факторами. З врахуванням останніх повинні розроблятися диференційні заходи для раціонального використання біогеоценозів.

Такий підхід потрібний в сучасних умовах інтенсивного розвитку всіх галузей народного господарства. Проте він є необхідний в першу чергу для місцевостей з вираженим гірським рельєфом, умови якого більш складні в просторово-динамічному відношенні.

Алгоритм вирішення завдання полягає в складанні математичної моделі і автоматизації розрахунків. Математична модель представляє собою два взаємопов'язані етапи: перший — збір і відображення у вихідних первинних документах результатів замірів, які виконуються в контрольних точках басейнів на предмет визначення величин випадання атмосферних опадів, мутності води і її витрачання за певні проміжки часу; другий — виконання розрахунків по визначенню об'ємів опадів, стоку води і виносу ґрунту з підбиттям підсумків за певний контрольний період (місяць, весняно-літній і осінньо-зимовий період, рік).

Автоматизація розрахунків динаміки гідрологічного режиму і ерозійних процесів у гірсько-лісових басейнових екосистемах дозволила значно скоротити строки розрахунків та прогнозів при визначенні фактичних об'ємів виносу ґрунту, витрат води і стоку.

Опрацьована структура програми допускає активну участь користувача у вичислювальному процесі формування результатів та коректуванні вихідних даних.

Розроблена програма по автоматизації розрахунків динаміки гідрологічного режиму і ерозійних процесів у гірсько-лісових ба-

сїйнових екосистемах на прикладі Українських Карпат впроваджена в експлуатацію Івано-Франківським державним проектно-конструкторським технологічним інститутом Міністерства промисловості України.

## РОЗДІЛ 8.

### РАЙОНУВАННЯ ГІРСЬКОЇ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ЗА СТУПЕНЕМ ЕРОДОВАНОСТІ ТА ГРУНТОЗАХИСНОЇ ЗНАЧИМОСТІ ЛІСІВ

#### 8.1. Принцип і схема районування.

На першому етапі приймаємо до уваги поділ всієї території Українських Карпат на зони, які відображають значну різницю загальних умов водного і теплового режиму, тісно пов'язаних з рослинним покривом та ґрунтовими умовами. Умови зон створюють загальний фон для проявів ерозії і визначають загальний напрям протиерозійного впливу.

Другий етап полягає в поділі території зон на області. Облік рельєфу тут повинен бути тісно пов'язаний із зонами. Визначальним є загальний напрям розвитку ерозійного процесу. Враховується також складність систем водорегулюючого і протиерозійного впливу на територію. Межі областей пов'язані з важливими природно-історичними рубежами.

На третьому етапі районування ерозійні області поділяються на райони. Приймається до уваги пануючий морфогенетичний тип рельєфу з врахуванням в його межах більш детальних особливостей природних і господарських умов з виділенням типів і форм сучасних ерозійних процесів. Головну роль тут відіграють більш детальне врахування водного режиму і ґрунтозахисних властивостей та ін.

Визначені райони при ерозійному районуванні Карпат, з метою вибору регіональних заходів для захисту гірських ґрунтів від ерозії, поділено на три категорії:

1) небезпечні в ерозійному відношенні, які не потребують ні активних, ні попереджувальних заходів;

2) потенціально небезпечні в ерозійному відношенні, які поки що не потребують особливих протиерозійних заходів у зв'язку із слабким господарським освоєнням;

3) критичні райони, які терплять від сучасних ерозійних процесів і потребують проведення комплексу як попереджувальних, так і активних протиерозійних заходів.

## 8.2. Ерозійні умови.

Детальне вивчення природних умов, їх аналіз та інтерпретація дали можливість розробки реального ерозійного районування Українських Карпат. Конкретні особливості ерозійних умов, враховані автором при визначенні ерозійного районування території гірської частини Карпат, дозволили виділити 6 зон, 17 областей і 45 районів, які перераховані нижче.

### 8.3.А. Зона Передкарпаття.

I. Область західного Передкарпаття (два райони).

II. Область середнього Передкарпаття (чотири райони).

III. Область східного Передкарпаття (п'ять районів).

### 8.4.Б. Зона зовнішніх Карпат.

IV. Область Бескид (два райони).

V. Область Горган (три райони).

VI. Область Покутсько-Буковинських Карпат (два райони).

### 8.5.В. Зона Центральних (Водороздільно-Верховинських) Карпат.

VII. Область низькогір'я Стрийсько-Санської Верховини (два райони).

IX. Область ерозійних низькогір'їв і повздовжніх долин Воловецько-Міжгірської Верховини (два райони).

X. Область давньотерасового Ворохта-Пutilьського низькогір'я (два райони).

### 8.6.Г. Зона внутрішніх Карпат.

XI. Західно-Полонинська область (два райони).

XII. Східно-Полонинська область (два райони).

XIII. Мармарошська область (два райони).

XIV. Вигорлатська повздовжньо-долинна низькогірна область

### 8.7.Д. Вулканічні Карпати. (два райони).

XV. Верхньотисанська область (два райони).

XVI. Вигорлат-Гутинська область (чотири райони).

### 8.8.Е. Зона Закарпаття.

XVII. Область Закарпатського передгір'я (чотири райони).

## РОЗДІЛ 9.

### НАУКОВО-ОБГРУНТОВАНІ ПРОТИЕРОЗІЙНІ ЗАХОДИ І ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХИСТУ ГРУНТІВ ВІД ЕРОЗІЇ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ

9.1. Наукові передумови організації захисту гірських ґрунтів від ерозії.

Для ефективного господарювання в гірських регіонах рекомендується виділяти гірсько-лісові басейнові екосистеми основних рік, як найбільш подібних між собою природних комплексів, умовно розділених водороздільними лініями між басейнами. До таких екосистем в Українських Карпатах доцільно віднести перші притоки рік Дністра, Прута і Тиси, тобто гірсько-лісові басейнові екосистеми Сирета, Черемоша, Косівки, Лючки, Свічі, Опору, Ужа, Ріки, Латориці та ін. Нами виділено 36 гірсько-лісових басейнових екосистем, на які рекомендується скласти математичні моделі з метою раціонального регулювання природокористування на їх території.

Наукове обґрунтування і розробка практичних проектних рішень по організації захисту ґрунтів Українських Карпат від ерозії повинні враховувати особливості басейнових екосистем і висотних поясів Українських Карпат.

9.2. Методологічні і практичні основи захисту ґрунтів від ерозії, паводків і селів в гірсько-лісових басейнових екосистемах.

Враховуючи принцип захисту ґрунтів від ерозії, паводків і селів на всій території, де створюється небезпека проявів цих процесів, виконання протиерозійно-паводково-сельових заходів повинно здійснюватися в межах водозбірних басейнових екосистем різного рангу.

Комплексну систему протиерозійних та інших заходів рекомендується здійснювати починаючи з найменших (мікро) басейнів, тобто приток і їх басейнів четвертого і третього порядків, потім другого і третього порядків, а в кінці — в руслі основної гірської річки.

У процесі багаторічних досліджень, вишукувань та розробок протиерозійних заходів і їх будівництва, нами науково обґрунтовані і виділені три основні ерозійно небезпечні градації ділянок, які на картах (в щорічних звітах за 1977—1993 рр.) позначені спеціальними індексами. Найбільш небезпечні в ерозійному відношенні землі — Н, з крутизною схилів  $17^\circ$  і більше, середньонебезпечні — С, з крутизною схилів від  $9^\circ$  до  $17^\circ$  і потенціально небезпечні — П, з крутизною схилів до  $9^\circ$ . Виділеним категоріям еродованості присвоєні відповідні індекси рекомендованих заходів. Для небезпечних в ерозійному відношенні земель — група заходів А, для середньонебезпечних — група заходів Б і для потенціально небезпечних земель — група заходів В.

Враховуючи регіональну особливість і специфіку ерозійного районування, в дисертації обґрунтовано комплекс диференційних протиерозійних, паводкових і сельових заходів окремо для верхнього, середнього і нижнього висотних поясів Українських Карпат (Голояд, 1992, 1993, 1994).

Верхній гірський пояс в Українських Карпатах розташований від висоти 1250—1500 м над р.м. і вище і включає субальпійський і альпійський пояси. З давніх давен цей пояс, особливо полонини, використовувався для випасу та сінокошення, що привело до активізації ерозійно-денудаційних процесів.

Найбільш ефективним методом боротьби з ерозією ґрунтів полонин є підтримка їх площ у високому відсотковому покритті трав'яною рослинністю. Для цієї мети кращими видами трав'яного покриву є костриця червона, тонконіг лучний, тимофіївка лучна, лисохвіст лучний, рейграс пасовищний, костриця лучна, конюшина гірська та інші види.

При переході безлісних полонин в лісовий пояс буферним і акумулюючим повинно бути криволісся із вільхи зеленої, сосни гірської, ялівцю сибірського та ін.

У місцях проявів лінійної ерозії і на захаращених потоках — приток найменшого порядку необхідно влаштовувати систему протиерозійних, паводкових і сільових заходів, в основному у вигляді простих за конструкцією гідротехнічних споруд.

Середній гірський пояс, з гіпсометричним рівнем від 600-850 до 1250-1500 м над р. м., найбільш інтенсивно використовується людиною, саме тут знаходиться основний об'єм заготівель деревини. Тому в цьому поясі основна увага повинна бути приділена питанням протиерозійних заходів на лісосіках і трелювальних волоках.

На ділянках із середньою ерозійною небезпекою пропонуються протиерозійні заходи в меншій кількості, а в місцях з потенційною небезпекою лише попереджувальні заходи.

Як загальні та своєчасні заходи запобігання ерозії, — для попередження виникнення ерозійних вибоїн, ярів при первинному транспортуванні лісу в межах крутосхилів середньогір'я, на лісосіках, — слід використовувати повітряно-трелювальні установки, гравітаційні лісоспуски, кінний транспорт і, як виняток, трактори по попередньо-підготовлених волоках з твердим покриттям, необхідними водовідводами і водопропускними спорудами.

У басейнах з небезпекою розвитку селів лісистість слід підтримувати в межах 55-60%. У всіх басейнових екосистемах доцільно формувати високоповнотні, багатоярусні деревостани з участю цінних, в господарському відношенні, деревних і чагарникових порід (альбом № 2 і № 4).

Нижній гірський пояс розташований в межах висот 400-450 до 600-850 м над р.м. і характеризується відносно спокійним рельєфом з менш вираженими схилами місцевості з наявністю заплав і надзаплавних терас. У гідрологічному відношенні цей пояс виконує в основному трансформуючу або колекторну функцію, тому

ще русло гірської ріки повинно під час паводку пропустити всі стікаючі води з басейну. Даний пояс найбільш небезпечний в плані безпосереднього руйнування народногосподарських об'єктів з нанесенням державі значних збитків. Тут розвивається бокова і донна ерозія русел рік, а також заплавних терас, на яких переважно збудовані дороги, житлові будинки, інженерні споруди, туристичні шляхи і т. і.

Характерні особливості нижнього гірського поясу потребують в першу чергу будівництва комплексу протиерозійних, паводкових і сільових заходів у вигляді гідротехнічних споруд для захисту лісовозних доріг, інженерних споруд та інших соціально-промислових об'єктів від руйнування і затоплення.

З метою закріплення ґрунту від розмиву заплавних і надзаплавних терас, а також берегів рік рекомендується посадка деревних чагарникових порід аборигенних видів: вільхи сірої і чорної, верби, смереки, дубів звичайного і скельного та ін. (альбоми № 3, № 4).

Основні види і конструкції протиерозійних гідротехнічних споруд, які рекомендовані лісовим підприємствам Карпат для безпосереднього будівництва їх у природі, викладені нами у вигляді чотирьох альбомів. Кожний альбом складається із пояснювальної записки, гідрологічних і гідротехнічних розрахунків та креслен. в т. ч. альбом № 1 — для верхнього гірського поясу, альбом № 2 — для середнього гірського поясу, альбом № 3 — для нижнього гірського поясу, альбом № 4 — для лісосік, трелювальних волоків і трас газо- і нафтопроводів.

9.3. Основні принципи раціонального лісокористування в Українських Карпатах на протиерозійній основі.

Результати досліджень свідчать, що інтенсифікація екзогеодинамічних процесів в гірсько-лісових басейнових екосистемах значно погіршує екологічну ситуацію і веде до пониження сприятливих функцій і продуктивності біогеоценозів, а в окремих місцях до початку процесів деградації природних комплексів.

Необхідною умовою нормального розвитку, збереження і збагачення басейнових екосистем є постійний догляд за ними, раціональна територіальна і функціональна їх організація з регулюванням і нормованим природокористуванням.

Нами науково обґрунтовано, що басейни основних рік Карпат (Прут, Лімниця, Свіча, Черемош, Ріка, Стрий та ін.) є основними таксономічними одиницями, на рівні яких повинно вестись еколого-економічно обґрунтоване господарювання. Для кожної з виділених 36 гірсько-лісових басейнових екосистем необхідно скласти математичні моделі для опису їх структури і функціо-

нування з врахуванням антропогенного навантаження і виявлення тенденцій і напрямків змін в природних комплексах. За допомогою постійно діючого банку даних ми зможемо об'єктивно регулювати розподіл продуктивних сил на території басейну, раціонально використовувати природні ресурси і відходи від господарської діяльності людини.

9.4. Концепція раціонального природокористування на екологотехнічній основі захисту ґрунтів від ерозії в гірсько-лісових екосистемах Українських Карпат.

Головний напрям раціонального природокористування (лісокористування) в Українських Карпатах повинен ґрунтуватися на підтримці і стимулюванні природних процесів у гірсько-лісових басейнових екосистемах і, в першу чергу, ґрунтово-гідрологічного режиму, а також стійкості і підвищенні продуктивності лісових фітоценозів та їх особливих функцій (Голяяд, 1992, 1994).

Для вирішення цих завдань необхідне прийняття нової структури управління лісами. Суть її полягає в організації такої управлінської структури, яка б зберігала характерні регіональні особливості окремих ландшафтів або інших фаціальних комплексів і сформувала підтримці природних структур і процесів. У цьому зв'язку в регіоні доцільно сформувати координаційний центр у вигляді департаменту лісу, підпорядкувавши йому обласні управи лісами. Останні, в свою чергу слід диференціювати на регіональні лісові установи.

У залежності від складності природних умов утворюються лісництва (з обов'язковим охопленням одного або декількох басейнів гірських рік), які слід підпорядкувати регіональним лісовим установам.

Критерієм оцінки роботи лісничого та інших працівників лісу служитиме повне використання потенціальних можливостей угідь лісництва і соціальних факторів.

9.5. Соціальні результати і еколого-економічна ефективність захисту ґрунтів від ерозії в Українських Карпатах.

В рамках науково-дослідної лабораторії лісових екосистем Карпатського регіону, починаючи з 1977 року нами опрацьовані схеми ерозійних проявів і протиерозійних заходів для всіх 36-ти гірсько-лісових басейнових екосистем Українських Карпат на площі 24 тис. км<sup>2</sup>.

У залежності від складності конструкцій, об'ємів проектування, будівництва і вартості всі передбачувані види протиерозійних гідротехнічних споруд поділені на прості, які не потребують вишукувальних робіт і проектною документації на їх будівництво, і більш складні. При цьому, на прості гідротехнічні споруди роз-

роблено креслення, об'єми робіт і орієнтовна вартість будівництва з метою безпосереднього виконання їх в натурі силами лісокомбінатів Карпатської зони. Такі протиерозійні заходи впроваджено в 21-ій гірсько-лісовій басейновій екосистемі Українських Карпат силами 18-ти лісокомбінатів Івано-Франківської, Закарпатської і Чернівецької областей з підтвердженням еколого-економічним ефектом 1 млн. крб. в цінах 1984 року.

Для будівництва більш складних протиерозійних, паводкових і сельових гідротехнічних споруд, таких як підпірні стінки, загати, напівазагати, регулюючі і направляючі водний потік, тощо необхідна проектно-кошторисна документація.

Еколого-економічна ефективність від впровадження протиерозійних, паводкових і сельових заходів розраховувалась нами для всіх 36-ти басейнових екосистем — основних приток Прута, Дністра, Тиси.

Сумарна величина еколого-економічного ефекту, рівна попереджувальним втратам від водної ерозії, представлена як сума складових факторів і дорівнює для Українських Карпат 1012400 крб./рік в цінах 1984 року. Проте, тут не враховані збитки від втрат ґрунтів, розладу гідрологічного режиму і стимулювання цими процесами паводків, селів, обвалів, зсувів, осипів та інших екзогенних стихійних явищ в Карпатах. У цьому випадку сума збитків від ерозійно-денудаційних та інших екзогенних процесів і стихійних явищ в Українських Карпатах збільшиться в декілька разів.

Соціальні результати і значимість наукового підходу при вирішенні проблеми захисту ґрунтів від ерозії в регіоні Карпат будуть мати ефективні наслідки для природи і людини одночасно.

## ВИСНОВКИ

1. Узагальнені результати багаторічних досліджень ерозійно-денудаційних, інших екзогенних процесів і стихійних явищ в гірсько-лісових басейнових екосистемах Українських Карпат.

2. В результаті стаціонарно-площадних експериментальних досліджень, проведених в семи річкових басейнах верхньої частини ріки Ріка протягом 1962-1984 років виявлено, що ерозія в цій потенціально небезпечній гірській частині Українських Карпат є геологічною або нормальною (допустимою), оскільки винос ґрунту тут не перевищує 3,051 тонни з одного гектара на рік. При цьому, винос ґрунту знаходиться в лінійній залежності від лісистості водозборів — чим вища лісистість водозбору, тим процеси стоку і змиву менші. Інші природні фактори не мають чітко вираженої залежності і проявляються в кожному окремому випадку по-різному.

3. За результатами досліджень для кожної основної гірсько-лісової басейнової екосистеми (рік Бистриці, Лімниці, Свічі, Стрия, Ужа, Латориці, Тересви, Шопурки та ін.) складені детальні схеми-карти ерозійно-денудаційних проявів та інших екзогенних процесів з елементами геоморфології в масштабі 1:25000, представлено розповсюдження всіх видів ерозії та їх об'єми з прив'язкою в натурі. Встановлено, що за масштабами проявів найбільші площі займають площинна і лінійна ерозії.

Виявлено тісний взаємозв'язок між ерозійно-денудаційними процесами в басейнових екосистемах і частотою та руйнівною силою повеней і сільових потоків. Складено алгоритм прогнозу сільових проявів в різних умовах Карпат.

Розроблено схеми-карти протиерозійних заходів, з врахуванням висотної поясності, на всі основні басейнові екосистеми у вигляді системи гідротехнічних споруд, призначених для попередження і ліквідації ерозійно-денудаційних процесів.

4. Розроблені теоретичні і методологічні підходи для об'єктивного вирішення проблеми захисту гірських ґрунтів від ерозії.

Складені таблиці поточного приросту по запасу для десяти основних лісоутворюючих порід Українських Карпат.

5. З метою автоматизації розрахунків динаміки гідрологічного режиму і ерозійних процесів у басейнових екосистемах Карпат розроблено алгоритм для ЕОМ, які дозволяють суттєво скоротити строки розрахунків, уникнути помилок і зпрогнозувати процеси стоку для регулювання господарської діяльності в басейнах гірських регіонів на підтримку природної рівноваги.

6. Обґрунтована комплексна система диференційних протиерозійних заходів для попередження і ліквідації домінуючих ерозійно-денудаційних та інших екзогенних процесів в басейнових екосистемах Українських Карпат. Для наукового обґрунтування раціонального господарювання в природних комплексах, з врахуванням потенціальної ерозійної небезпеки, опрацьоване ерозійне районування гірської території Українських Карпат.

7. Для трьох висотних поясів Українських Карпат розроблена система протиерозійних заходів з врахуванням особливостей основних гірсько-лісових басейнових екосистем. Для кожного поясу подані основні протиерозійні заходи з акцентом на застосуванні гідротехнічних споруд, що всесторонньо обґрунтовано в спеціальних альбомах (альбом № 1 — для верхнього гірського поясу, альбом № 2 — для середнього гірського поясу, альбом № 3 — для нижнього гірського поясу, альбом № 4 — для суцільних лісосік, трельовальних волоків, трас газо- і нафтопроводів).

Більша частина протиерозійних гідротехнічних споруд, наведених в альбомах, застосована при розробці проектів і впроваджена у практичне користування впродовж 1981-1991 років в 21 гірсько-лісовій басейновій екосистемі Українських Карпат силами 18-ти лісокомбінатів на суму 1 млн. крб. в цінах 1984 року.

8. Запропонована науково обгрунтована концепція структури управління лісами в гірських умовах на екологічній основі дозволить більш ефективно проводити боротьбу з ерозією ґрунтів, іншими шкідливими екзогенними процесами для підтримки природної стабільності, підвищення стійкості і продуктивності природних комплексів.

## ОСНОВНІ ПРАЦІ, ЯКІ ОПУБЛІКОВАНІ ЗА МАТЕРІАЛАМИ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Заболачивание и методы устранения его // Рац. исп. лесосыр. рес. и ловыш. продукт. лесов: Тез. докл. Респ. научн.-техн. конф. Ивано-Франковск, 1972. — с. 165-166.
2. Про роль математичного апарату в сучасних біоценологічних дослідженнях // Укр. ботан. журн. — 1975. — т. 32. — с. 7.
3. Таблицы текущего прироста и процента текущего прироста по запасу древостоев ели карпатской. — Ужгород, Карпаты, 1975. — 30 с. (у спіавт. з І. Я. Ліпою).
4. Определение оптимальных расстояний между регулируемыми каналами (осушителями) при гидролесомелиорации ельников в предгорье Ивано-Франковской области // Лесн. хоз., лесн. бумажн. и д/о пром.: Респ. межвед. научн.-техн. сб. — Киев, 1976. — вып. 7. — с. 17-21.
5. Охрана и рациональное использование болотных (лесных) биогенезов Предкарпатья // Достиж. и persp. разв. техн. в лесн. и д/о пром.: Тез. докл. Респ. научн.-техн. конф. — Ивано-Франковск, 1978. — с. 22-23.
6. Защита лесных биогенезов Карпат от эрозии // Там же. — с. 25-26.
7. Актуальные проблемы лесных биогенезов в Украинских Карпатах // Науч.-техн. прогр. в д/о пром.: Тез. докл. Респ. науч.-техн. конф. — Киев, 1978. — с. 260-261.
8. Геолого-геоморфологические предпосылки развития эрозии в Карпатах // Там же. — с. 265 (у спіавт. з Р. О. Сливкою).
9. Опыт гидролого-почвенно-мелиоративного районирования территории Ивано-Франковской области // Прир. рес. Карпат и Приднестровья, вопр. их рац. исп. и охр.: Тез. докл. Респ. науч.-техн. конф. Черновцы, 1978. — с. 99-101 (у спіавт. з Р. О. Сливкою).
10. Эрозионные явления в гослесфонде Горган и перспективы их прекращения // Защита лесоразв. и рац. исп. зем. рес.: Тез. докл. Всесоюзн. совещ. — Ташкент, 1979. — с. 94-95 (у спіавт. з Р. О. Сливкою).
11. Охрана природных экосистем и актуальность исследований эрозионных и паводковых явлений в Украинских Карпатах // Научн.-техн. прогр. в лесн. и д/о пром.: Тез. докл. Респ. научн.-техн. конф. Киев, 1980. — с. 253-254.
12. Гидрологическое состояние почв в осушенных лесах Предкарпатья // Техн. прогр. и компл. исп. мест. рес. древесн. сырья на предпр. Минлеспрома УССР: Тез. докл. Респ. научн.-техн. конф. — Ивано-Франковск, 1982.-ч.2. — 121-122 (у спіавт. з М. Р. Зваричуком, А. П. Дидюю).
13. Борьба с активными проявлениями эрозии в горной части бассейнов рек Ломницы, Чечвы и Свичи // Там же. — с. 115-116 (у спіавт. з Р. О. Сливкою).
14. Опыт применения оценки реакции древостоев // Там же. — с. 103-105 (у спіавт. з І. Я. Ліпою).
15. О селепроявлениях в горной части бассейна реки Ломницы // Техн. прогр. и компл. исп. местных рес. дрв. сырья на предпр. Минлеспрома УССР: Тез. докл. Респ. науч.-техн. конф. — Ивано-Франковск, 1982. — ч.2. — с. 117-118 (у спіавт. з Р. О. Сливкою, П. І. Іваненком).
16. Влияние русловых процессов на разрушение лесовозных дорог и инженерных сооружений в пределах северо-восточного мегасклона Украинских Карпат // Иссл. русл. проц. для практики нар. хоз.: Тез. Всесоюзн. науч.-техн. конф. — Москва, 1983. — с. 69-70 (у спіавт. з Р. О. Сливкою).

17. Особенности проявления эрозионных процессов на территории Бескид // Научн.-техн. прогр. в лесн. и д/о пром.: Тез. докл. Респ. науч.-техн. конф. — Киев, 1983. — с. 262-263 (у співавт. з Р. О. Сливкою).
18. Борьба с эрозией почв в горной части гослесфонда Карпат // Информ. листок о научн.-техн. дост. Укр НИИТИ. — Киев, 1983. — № 83-0380. — с. 1-3 (у співавт. з Р. О. Сливкою).
19. Дисперсионно-регрессивная модель осушенных фитоценозов // Матем. модел. в биогеоцен.: Тез. докл. Всесоюзн. школы. — Петрозаводск, 1985. — с. 25-26.
20. Динамика развития и разрушения придолинных склонов в пределах Скибовых Горган и способы их биологической защиты // Компл. использ. дрез. сырья и внедр. безотх. технол. в лесн. и д/о пром.: Тез. докл. Респ. научн.-техн. — Ивано-Франковск, 1985. — с. 161 (у співавт. з Р. О. Сливкою).
21. О мерах по стабилизации стихийных процессов в бассейновых лесных экосистемах Украинских Карпат // Персп. разв. лесн. и д/о пром. в соответствии с осн. напр. экон. и социальн. развития СССР на 1986-90 гг. и на период до 2000 гг.: Тез. докл. Респ. науч.-техн. конф. — Свалява, 1986. — с. 154-155 (у співавт. з Р. О. Сливкою).
22. О влиянии лесистости на селевой сток в бассейне реки Черемош // Оснозн. напр. ускор. научн.-техн. прогр. в д/о пром. в 12 пятилетке.: Тез. докл. Респ. научн.-техн. конф. — Киев, 1986. — с. 252 (у співавт. з Р. О. Сливкою).
23. О селевом стоке в бассейне верхней Тисы // Там же. — с. 183-184 (у співавт. з В. В. Андросюком, М. Р. Зваричуком, Р. О. Сливкою, О. В. Шкапием).
24. Регулирование водного режима и защита почв от эрозии в бассейновых экосистемах Карпат // Лис. госп., лісов., папер. і д/о пром.: Щоквартальний наук. виробн. журнал — Киев, 1987. — вып. 4 — с. 18.
25. Некоторые итоги изучения эрозионных процессов на реках Украинских Карпат // Законом, проявл. эроз. и русл. проц. вразл. прир. усл.: Тез. докл. четв. Всесоюзн. науч. конф. — Москва, 1987. — с. 287-288 (у співавт. з Р. О. Сливкою).
26. Состояние водного режима бассейновых экосистем Карпат и проблемы улучшения использования водных ресурсов Ивано-Франковской области // Ив.-Фр. межотр. террит. центр науч.-конф. и проплаг. УкрНИИТИ УССР. — Ивано-Франковск, 1988. — 9 с. (у співавт. з Г. Б. Олексин, О. С. Петрів).
27. Эрозионные процессы и противоэрозионные мероприятия на лесосегах и буковых лесах юго-западного склона Украинских Карпат // Пути улучш. использ. лесосыр. рес. бука.: Тез. докл. Всесоюзн. научн.-техн. сов. — Красноярск, 1988. — с. 113-116 (у співавт. з Р. О. Сливкою).
28. Изменение колхозных и совхозных лесов Прикарпатья под влиянием антропогенного фактора // Изд. Наука Каз. ССР.: Тез. докл. VIII делег. съезда Всесоюзн. ботан. общ. — Алма-Ата, 1988. — с. 415.
29. Природные предпосылки противоэрозионных мероприятий в бассейнах рек Теремли и Рики // Там же. — с. 176 (у співавт. з Р. О. Сливкою, М. Р. Зваричуком).
30. Некоторые аспекты противоэрозионных мероприятий в лесных бассейновых экосистемах Украинских Карпат // Разв. лесн. хоз. в западн. обл. УССР за годы сов. власти.: Тез. докл. Респ. науч.-техн. конф. — Львов, 1989. — с. 138-139 (у співавт. з Р. О. Сливкою).
31. Вопросы регулирования селевого стока в бассейнах рек Украинских Карпат // Probl. горн. природопольз.: Тез. докл. Всесоюзн. регион. конф.

— Барнаул, 1989. — с. 58-60 (у співавт. з Р. О. Сливкою, В. В. Андрощуком, М. Р. Зваричуком, О. В. Шкап'єм).

32. Нетрадиційні види транспорту лісу в гірських умовах Карпат // Ліс. гос., лісов., папер. і д/о пром. — Київ, 1990. — вип. 1 (143). — с. 21-22 (у співавт. з В. В. Задорожним, В. М. Шолою).

33. Про екстремальні паводки на ріках в лісових басейнових екосистемах Українських Карпат // Там же. — с. 64-65 (у співавт. з Р. О. Сливкою).

34. Природоохоронну техніку і технологію на гірські лісозаготівлі // Там же. — с. 73 (у співавт. з В. В. Задорожним).

35. Про покращення стану лісових ґрунтів Українських Карпат // Суч. геогр. пробл. Укр. РСР: Тез. допов. на VI з'їзді геогр. товар. УРСР. — Одеса—Київ, 1990. — с. 152-153 (у співавт. з Р. О. Сливкою).

36. Про вплив ерозійно-денудаційних процесів на гідрологічний режим ріки Прут в умовах рекреаційно-господарського освоєння // Там же. — с. 22-23 (у співавт. з Р. О. Сливкою).

37. Влияние гидрлесомелиорации на водный режим бассейновых экосистем Предкарпатья // Ведение хозяйства в водоохр. лесах: Тез. докл. Все-союз. науч.-техн. совещ. — Йошкар-Ола, 1990. — с. 130-131 (у співавт. з Р. О. Сливкою).

38. О причинах интенсификации эрозийных процессов в бассейнах рек Боржавы и Латорицы // Совершен. ресурсосбер. технол. и охр. окр. среды леспромышл. предпр.: Тез. докл. Респ. Науч.-техн. конф. — Ивано-Франковськ, 1990. — с. 8-9 (у співавт. з Р. О. Сливкою, В. В. Андрощуком).

39. Развитие линейной эрозии на буроземноподзолистых почвах Вулканических Карпат // Там же. — с. 10 (у співавт. з Р. О. Сливкою, О. М. Сливкою).

40. Природоохранную технологию и технику на горные лесозаготовки Карпат // Там же. — с. 43 (у співавт. з В. В. Задорожним, З. Г. Остап'юк).

41. Протиерозійні заходи на рубках південно-західних схилів Українських Карпат // Лісове госп., ліс., папер. і д/о пром. — Київ, 1991. — № 2 (148). — с. 12-13 (у співавт. з Р. О. Сливкою).

42. Залежність ґрунтово-гідрологічного режиму від лісистості і вікової структури деревостанів в Українських Карпатах // Підвищ. техн. рівня лісопромисл. виробн. і освоєння нов. техніки: Тез. допов. Респ. наук.-техн. конф. — Івано-Франківськ, 1992. — с. 6-9.

43. Ерозійні процеси і протиерозійні заходи в басейновій екосистемі ріки Пти // Там же. — с. 12-13 (у співавт. з М. М. Ковачем, В. М. Паневником).

44. Ерозія ґрунтів на трельовальних волоках та способи їх закріплення в умовах КДПНП // Там же. — с. 15-16 (у співавт. з М. М. Ковачем, П. П. Побережником).

45. Регіональні особливості ерозійно-денудаційних процесів на річках Українських Карпат // Фізична географія і геоморфологія. Міжвід. наук. турн. — Київ, вип. 39, 1992. — с. 121-127 (у співавт. з Р. О. Сливкою).

46. Рациональное використання високих акумулятивних терас гірських рік Українських Карпат в рекреаційних цілях // Ів.-Фр. ЦНТБІ. — Івано-Франківськ, 1993. — 6 с.

47. Регулирование водного режима и защита почв от эрозии // Москва. Экспрес-информ.: Сер., Лесозекспл. и лесосплав. — 1993, вып. 5, с. 14-17.

48. Актуальність виконання еколого-економічних обґрунтувань народногосподарських заходів для раціонального природокористування на теренах гуцульського краю // Проблеми Гуцульщини: Тез. допов. Міжнар. наук. — практ. конф. — Косів—Чернівці, 1993. — ч. 1. — с. 67-69.

49. Методики оценки продуктивности и влияния факторов воздействия на древостой в условиях Украинских Карпат при исследовании эрозийных

процессов // Ивано-Франковск, 1993. — 32 с. (у співавт. з І. Я. Лісною, В. М. Паневником).

50. Автоматизация расчетов и прогнозирования динамики гидрологического режима и эрозионных процессов в горно-лесных бассейновых экосистемах на примере Украинских Карпат // Ивано-Франковск; 1994. — 28 с. (у співавт. з І. Я. Лісною, В. М. Паневником, И. С. Урстою).

## ВИНАХОДИ В ГАЛУЗІ ПРОТИЕРОЗИЙНИХ, ПРОТИПАВОДКОВИХ І ПРОТИСЕЛЬОВИХ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ДЛЯ ГІРСЬКИХ УМОВ

1. АС 1521712 (СССР). Устройство для захвата и транспортировки труб. — Оpubл. в НИ, 1989, № 42 (у співавт. з М. І. Харишаком, В. Н. Нагрняком, В. В. Андрощуком).

2. АС 1728335 (СССР). Подпорно-отбойная стенка. — Оpubл. в НИ, 1992, № 15 (у співавт. з В. В. Андрощуком, М. І. Харишаком).

3. АС 1733552 (СССР). Утяжеленная фашина / — Оpubл. в НИ, 1992, № 18 (у співавт. з В. В. Андрощуком, М. І. Харишаком, Р. О. Сливкою).

4. АС 1742398 (СССР). Фильтрующий хворостянный канат. / — Оpubл. в НИ, 1992, № 23 (у співавт. з В. В. Андрощуком, М. І. Харишаком).

5. АС 1758143 (СССР). Струенаправляющая полужапрада. / — Оpubл. в НИ, 1992, № 32 (у співавт. з В. В. Андрощуком, М. І. Харишаком, В. М. Паневником).

6. АС 1759993 (СССР). Каменно-хворостянная дамба. / — Оpubл. в НИ, 1992, № 33 (у співавт. з В. В. Андрощуком, М. І. Харишаком, Р. О. Сливкою).

7. АС 1759994 (СССР). Отбойное устройство. / — Оpubл. в НИ, 1992, № 33 (у співавт. з В. В. Андрощуком, М. І. Харишаком, В. М. Паневником).

8. АС 1772300 (СССР). Канал переменного сечения. / — Оpubл. в НИ, 1992, № 40 (у співавт. з В. В. Андрощуком, М. І. Харишаком, Б. М. Слабіною).

9. АС 1772301 (СССР). Перепад. / — Оpubл. в НИ, 1992, № 40 (у співавт. з В. В. Андрощуком, М. І. Харишаком, Б. М. Слабіною).

10. АС 1775024 (СССР). Устройство для обработки воздуха. / — Оpubл. в НИ, 1992, № 41 (у співавт. з В. Д. Касіянчуком, П. І. Ковтуном, М. І. Харишаком).

11. АС 1783040 (СССР). Отбойно-подпорное сооружение. / — Оpubл. в НИ, 1992, № 47 (у співавт. з В. В. Андрощуком, М. І. Харишаком).

12. АС 1789587 (СССР). Фильтрующая фашина. / — Оpubл. в НИ, 1993, № 3 (у співавт. з В. В. Андрощуком, М. І. Харишаком, О. В. Пикаштем).

13. АС 1789588 (СССР). Фильтрующая фашина. / — Оpubл. в НИ, 1993, № 3 (у співавт. з В. В. Андрощуком, М. І. Харишаком).

14. АС 1794970 (СССР). Противоэрозионный настил трелевочного волака. / — Оpubл. в НИ, 1993, № 6 (у співавт. з В. В. Андрощуком, М. І. Харишаком, И. И. Побережником).

15. Позитивне рішення на заявку № 4936181/11 від 15.05.1991 (СССР). Устройство для отвода воды от земляного сооружения дорожного полотна (у співавт. з В. В. Андрощуком, М. І. Харишаком, З. Ю. Буцьо).



Ав 30.549  
**Ав 30.549**

Здачо до складання 30.05. 1994 р. Підписано до друку 3.06. 1994 р.  
Формат паперу 60x84<sup>1/16</sup>. Папір друкарський. Високий друк. Умовно-друк.  
арк. 2,5. Облік-вит. арк. 2,35. Тираж 100. Зам. № 1900. Надвірнянська  
районна друкарня. 285700. Надвірна, Визволення, 5.