

Івано-Франківський державний технічний університет
нафти і газу

На правах рукопису

Кравців Степан Степанович

ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ТЕХНОГЕННОГО РЕЛЬЄФУ
(на прикладі Львівсько-Волинського
кам'яновугільного басейну)

11.00.11 - охорона навколишнього середовища
і раціональне використання
природних ресурсів

А в т о р е ф е р а т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Івано-Франківськ - 1995

LIBRARY OF THE
STATE TECHNICAL UNIVERSITY OF OIL AND GAS



AB 32.000

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі геоморфології Львівського державного університету ім. Івана Франка.

Науковий керівник - доктор географічних наук,
професор Ковальчук І. П.

Науковий консультант - доктор геолого-мінералогічних наук, професор, академік АН ТКУ
Адаменко О. М.

Офіційні опоненти: - доктор геолого-мінералогічних наук, професор Рудько Г. І.

- кандидат технічних наук,
доцент Скризь В. А.


Провідна організація - ВО "Укравхідвугілля" Міністерства вугільної промисловості України
/м. Сокаль, Львівська область/.

Захист відбудеться "23" березня 1995 р. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д. 09.02.02. в Івано-Франківському державному технічному університеті нафти і газу, за адресою: 284018, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Івано-Франківського державного технічного університету нафти і газу за адресою: 284018, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15

Автореферат розісланий "21" лютого 1995 р.

Вчений секретар
спеціалізованої
вченої ради

 Навроцький В. І.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми. В Україні одним з регіонів, що характеризується поршеним станом геологічного середовища є Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн (ЛВКБ). Найбільш гострі геоекологічні проблеми тут обумовлені видобутком вугілля шахтним способом. Це призводить до значних деформацій земної поверхні на площі майже 150 кв.км. На сьогодні через просідання земної поверхні ліквідовано більше сотні садіб. Підтоплено тисячі гектарів орної землі та лісових масивів. Майже 200 га сільськогосподарських угідь зайнято відвалами, в яких зберігається більше 40 млн.куб.м гірських порід (Рудько, 1993). Враховуючи, що під населеними пунктами знаходиться більша частина розвіданих запасів вугілля, їх видобуток у майбутньому неминуче викличе ще більше загострення геолого-екологічної ситуації в цьому регіоні. Стає очевидною необхідність спеціальних досліджень техногенних перетворень рельєфу та геологічного середовища на території ЛВКБ.

Ці завдання доцільно вирішувати шляхом здійснення моніторингу природних ландшафтів та техногенного рельєфу. В основу його функціональної структури можна покласти геодезичні дослідження і спостереження, які доцільно об'єднати в систему геодезичного моніторингу техногенного рельєфу. Актуальність такого моніторингу зумовляється: 1) необхідністю отримання інформації про стан та динаміку природно-антропогенних систем; 2) важливістю переходу від концептуального до реального імітаційного моделювання динаміки природно-техногенного рельєфу; 3) важливістю та своєчасністю пошуків виходу як з економічної, так і екологічної кризи, в якій опинився вугільний басейн і природне середовище цього регіону в цілому; 4) необхідністю вирішення проблем рекультивації порушеного гірничо-технічною діяльністю рельєфу та геологічного середовища, управління станом природно-техногенних систем і природокористуванням.

На території ЛВКБ відповідними службами фіксуються параметри змішень земної поверхні на основі періодичних геодезичних спостережень, які не охоплюють всіх динамічних природно-господарських об'єктів. Тому в науковій літературі часто дається характеристика деформацій рельєфу даного регіону, яка не підтверджена практичними дослідженнями. Немає і єдиних гео-

ретичних основ щодо методів аналізу, оцінки та прогнозування негативних наслідків гестехногенеау. Все це і визначило вибір теми, мету і головні напрями дослідження.

Об'єкт дослідження - техногенний та техногенно-амінений рельєф Львівсько-Золінського кам'яновугільного басейну, природно-господарські системи та споруди, які "вписані" в геологічне середовище і зазнають впливу несприятливих для людини процесів і явищ, обумовлених підземним видобутком вугілля.

Предмет дослідження - геодезичний моніторинг техногенного рельєфу та інженерних споруд як елемент системи моніторингу навколишнього середовища.

Мета і основні завдання роботи. Метою роботи є наукове обґрунтування та розробка методичних основ організації системи геодезичного моніторингу техногенного рельєфу як складової частини моніторингу навколишнього природного середовища регіону.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- провести науковий аналіз системи моніторингу навколишнього природного середовища та обґрунтувати його функціональну структуру;

- розробити концептуальний підхід до програми геодезичного моніторингу техногенного рельєфу і визначити його місце в системі моніторингу навколишнього природного середовища;

- обґрунтувати методологічні принципи та розробити методичні положення проведення геодезичних спостережень за динамікою техногенно-аміненого рельєфу;

- провести аналіз динамік техногенного рельєфу ЛВКБ та розробити критерії вибору об'єктів моніторингових геодезичних спостережень;

- обґрунтувати методику та виконати районування досліджуваної території за ступенем небезпеки розвитку деформаційних процесів;

- дати прогнозу оцінку динаміки земної поверхні та розробити рекомендації щодо застосування геодезичних методів спостережень в системі контролю за станом техногенного рельєфу та розробці проєктів по оптимізації природокористування.

Теоретична і практична цінність роботи. В результаті дослідження на території ЛВКБ визначені параметри деформаційних

процесів земної поверхні. Виділено 13 районів за показником середньої інтенсивності вертикальних зміщень. За типом горизонтальної деформації виділені зони стискування, розтягування, розтягування-стискування; вказані напрями осей цих процесів. Ці матеріали можуть бути використані при: а) вирішенні наукових проблем стосовно структури регіональних і локальних полів деформації, їх співвідношення з сейсмічністю, тектонічними структурами; б) пошуках закономірностей просторово-часової динаміки земної поверхні; в) тектонофізичному районуванні; г) ефективному вирішенні практичних завдань - будівництва і експлуатації великих інженерних споруд, розробки родовищ корисних копалин, охорони навколишнього природного середовища. Запропонована програма геодезичного моніторингу техногенного рельєфу є придатною для реалізації в інших подібних районах.

Наукова новизна роботи полягає в:

- обґрунтуванні концептуальної системи геодезичного моніторингу техногенного рельєфу, визначенні його місця в структурі моніторингу навколишнього природного середовища;
- встановленні основних закономірностей просторово-часової диференціації динаміки земної поверхні та розробці методичних засад районування техногенних територій за ступенем геоекологічної небезпеки на основі геодезичних досліджень земної поверхні;
- обґрунтуванні процедури застосування геодезичної моніторингової інформації при розробці прогнозів динаміки техногенного рельєфу і заходів по зменшенню і попередженню негативних наслідків його деформацій.

На захист вноситься:

- концептуальна програма геодезичного моніторингу техногенного рельєфу, яка забезпечує отримання високоточної інформації про масштаби та інтенсивність деформаційних процесів і полегшує управління геоекологічним станом регіону;
- результати аналізу та оцінка параметрів динаміки техногенного рельєфу території ЛЕКБ отримані в результаті моніторингових геодезичних досліджень;
- структура автоматизованого банку моніторингової геодезичної інформації.
- рекомендації щодо застосування геодезичних методів при організації системи контролю стану техногенного рельєфу, роз-

робці заходів по аменшенню негативних наслідків геотехногенезу і попередженню геоекологічних катастроф.

Реалізація та впровадження результатів дослідження. Результати досліджень використовуються в практичній роботі ВО "Украхідвугілля", геолого-екологічного центру при ДПІ "Західукргеологія", науково-дослідними лабораторіями державного університету "Львівська пол.техніка". Запропонована методика геодезичних спостережень та обробки даних апробована при розробці госпдоговірних та держбюджетних тем кафедри геоморфології Львівського держуніверситету: "Стационарні дослідження екоогенних процесів в басейні озера Синевір", "Стационарні спостереження на екоодині ічному стаціонарі "Свидовець", "Вивчення екоогенних процесів на території "карпатської області". Пропозиції стосовно структури моніторингу довкілля та природоохоронні рекомендації відображені в Державній програмі соціально-економічного розвитку Карпатського регіону (підпрограма "Екологічна безпека"). Розроблений і читається спецкурс "Геодезичні спостереження при геоморфологічних дослідженнях" для студентів-геоморфологів географічного факультету ЛДУ.

Апробація роботи. Основні результати роботи доповідалися і обговорювалися на конференціях географічного факультету в 1990-1992 рр., на міжнародній науково-практичній конференції "Карпати - український міст в Європу: проблеми і перспективи" (Львів, 1993), на республіканській науково-практичній конференції з проєм рационального використання соціально-економічного та природно-ресурсного потенціалу регіону (Луцьк, 1993), на міжнародній науково-практичній конференції з проблем Гуцульщини (м.Косів, 1993), на 1-й Українській науковій конференції з питань комплексного дослідження сучасної геодинаміки земної кори (Львів, 1993), на Восьмій міжвузівській координаційній нараді з проблем ерозійних руслових і гірлових процесів (м.Воронеж, Росія, 1993), на міжнародному симпозіумі з питань вивчення геодинаміки гірських систем Європи (Львів, 1994).

Публікації. По темі дисертації опубліковано 9 наукових праць загальним обсягом 3 друкованих аркуші.

Обсяг і структура роботи. Дисертація має загальний обсяг 169 сторінок і складається з вступу, чотирьох глав, висновків, списку використаної літератури (127 позицій), 4 додатків.

Текст ілюстрований 8 таблицями і 33 рисунками.

Вихідні матеріали та особистий внесок автора. В основу дисертаційної роботи покладені багаторічні (1988-1994 рр.) дослідження, проведені автором на території ЛВКБ. У процесі роботи проаналізована і узагальнена геоекологічна інформація ВО "Укразахідвугілля", геолого-екологічного центру при ДП "Західукргеологія", Вуро спеціалізованих маркшейдерських робіт (м. Червоноград), а також опрацьована відповідна наукова література.

Особистий внесок автора полягає в науковому обґрунтуванні системи геодезичного моніторингу техногенного рельєфу; розробці методики геодезичних спостережень; визначенні параметрів деформаційних процесів земної поверхні на основі геодезичних даних; районуванні території ЛВКБ за ступенем геоекологічної небезпеки; розробці прогнозних сценаріїв динаміки рельєфу.

Методи дослідження. В процесі виконання дисертаційної роботи використані картографічні, математичні, статистичні, експедиційні, стаціонарні методи, а також метод факторного і системного аналізу, моделювання та прогнозування. Геодезичні дослідження рельєфу здійснювались шляхом проведення спостережень і вимірювань за програмою регіонального та локального рівня геодезичного моніторингу (триангуляція, полігонометрія, нівелювання земної поверхні, горизонтальне та тахеометричне знімання).

Дослідження базувалися на теоретичних і методичних розробках вчених в галузі геоекології, геоморфології, інженерної геології, геодезії та картографії - О.М.Адаменка, Д.П.Вобровника, В.Д.Вольшаківа, М.В.Гавовського, М.А.Голубця, М.П.Єсикова, Ю.О.Гараєля, І.П.Ковальчука, В.К.Панкрушина, Г.І.Рудька, В.І.Сімова та ін.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1. Важливим елементом системи екологічної безпеки є моніторинг навколишнього середовища. Актуальність цього питання викликана необхідністю здійснення постійного контролю за станом середовища і прийняття ефективних управлінських рішень. В системі моніторингу навколишнього природного середовища належне місце має зайняти моніторинг рельєфу, особливо техноген-

но-зміненого. Такий рельєф поширений в зонах дії кар'єрів та шахт, займає в Україні аначні площі. Висока динамічність техногенного рельєфу, багатофакторність його розвитку, призводить до порушення природного стану довкілля. В самій системі моніторингу техногенного рельєфу важливу роль повинен відігравати геодезичний моніторинг.

Геодезичний моніторинг - система стеження за вертикальними і горизонтальними природними, природно-антропогенними і техногенними деформаціями земної поверхні, станом будівель та комунікацій, інженерних споруд, розташованих в геолого-географічному середовищі за допомогою геодезичних методів, прогноз змін природно-антропогенного рельєфу та розробка пропозицій по зменшенню і попередженню шкідливого впливу деформацій поверхні на господарські системи, управління станом порушених земель, забезпечення охорони об'єктів природи.

Функціонування системи геодезичного моніторингу рельєфу має здійснюватися на трьох основних рівнях: національному, регіональному і локальному. Вони пов'язані між собою генеральним шляхом передачі інформації. Від безпосередніх виконавців до рівневих центрів вона надходить основним (прямим) шляхом. Крім того, повинен існувати ще додатковий шлях обміну чи передачі інформації між різнорівневими структурними підрозділами. Не виключена можливість й інших шляхів передачі та обміну інформацією.

За призначенням і типом завдань, що вирішуються за допомогою геодезичного моніторингу техногенного рельєфу, останній можна розділити на такі види:

- сигнальний - інформує про необхідність організації детальних спостережень за певним об'єктом чи територією;
- цільовий - забезпечує спостереження за станом найбільш небезпечних об'єктів чи територій;
- комплексний - постійний і повний контроль стану території.

На території ЛВКБ проводилися багаторічні геодезичні спостереження за програмою геодезичного моніторингу техногенного рельєфу (рис. 1) на регіональному та локальному рівні.

Статична модель геодезичного моніторингу с зувалася на визначених параметрах рельєфу, що характеризували стан території на початок 1988 року. В окремих випадках приймався до

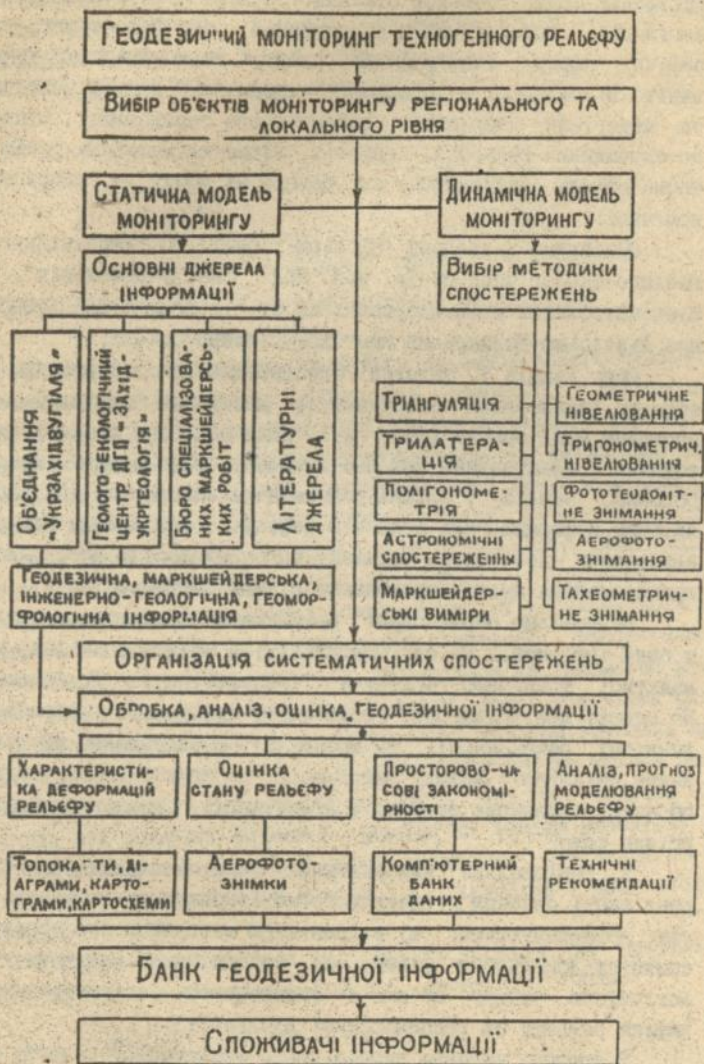


Рис.1 Програма геодезичного моніторингу техногенного рельєфу території Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну

уваги стан форм рельєфу, який існував до початку експлуатації вугільних шахт. Основою статичної моделі були результати триангуляції, високоточного нівелювання, аерофотознімки, топографічні карти, топографічні плани, маркшейдерська документація. В комплексі з топографо-геодезичними даними розглядалися матеріали досліджень геологічного середовища, мінерально-сировинних ресурсів, ґрунтів, гідро-кліматичних умов. Статична модель будувалась як базова на шляху до створення динамічної.

Основними джерелами інформації були: ВО "Укрзахідвугілля", геолого-екологічний центр при ДП "Західукргеологія", Бюро спеціалізованих маркшейдерських робіт, різноманітна література про Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн.

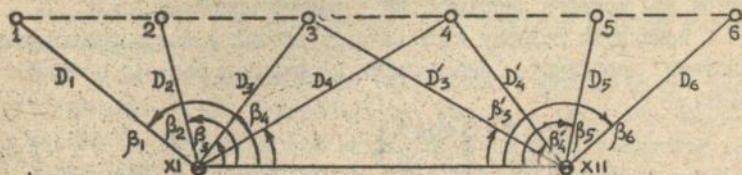
Організація і ведення спостережень за техногенним рельєфом та інженерними спорудами є наступним важливим кроком програми моніторингу (рис. 1). Види подібних робіт є високоточними і ефективними при застосуванні відповідної методики. Обробка, аналіз і оцінка результатів спостережень дає характеристику деформаційних процесів рельєфу, забезпечує можливість визначення просторово-часових закономірностей його динаміки, прогнозування змін, моделювання різних ситуацій.

Відповідно опрацьовані результати спостережень надходять у банк інформації та систематизації, а звіти у вигляді різноманітної топографо-геодезичної документації - до споживачів. На основі моніторингової геодезичної інформації розробляються технічні рекомендації та пропозиції до зменшення чи попередження шкідливого впливу деформацій поверхні на господарські об'єкти, інженерні споруди і комунікації, сільськогосподарські угіддя тощо.

2. Рациональне використання територіальних ресурсів при реалізації системи геодезичного моніторингу техногенного рельєфу забезпечуються: а) відповідною методикою спостережень на станціях локального рівня; б) алгоритмами моніторингу; в) логічністю вибору об'єктів спостережень з врахуванням специфіки рельєфу та господарської діяльності.

В процесі ведення геодезичного моніторингу рельєфу на території ЛВКВ нами була випробувана методика спостережень на станціях локального рівня, яка скорочує до мінімуму недоліки інших відомих методик і при цьому не допускає зниження точ-

ності вимірювань. Суть її полягає у використанні електронного маркшейдерського тахеометра ТЭМ-1 або аналогічного іншої марки як основного приладу, а також принципової схеми спостережень за реперами профільних ліній (рис. 2).



Об - репера профільної лінії; ● X11 - опорні репера.

Рис. 2 Принципова схема спостережень за реперами профільних ліній

Методика спостережень зводиться до комплексного визначення просторових векторів деформації реперів. Вертикальні зміщення вимірюються за принципом тригонометричного нівелювання, точність якого суттєво підвищується при детальному врахуванні вертикальної рефракції (Литинский, 1986) і відповідає вимогам геометричного нівелювання.

Над опорним репером встановлюється тахеометр (рис. 2), а над відповідними реперами профільної лінії - відбивачі. Щоб уникнути постійних вимірів відбивачів v_B , їх доцільно встановлювати на спеціально сконструйованій підставці, висота якої є постійною. Висота тахеометра i_m вимірюється за допомогою металевої рулетки з міліметровими поділками. Лінії між двома опорними реперами приймають за полярну вісь. Методом кругових прийомів вимірюють кути β_1, \dots, β_n . При візуванні на кожний репер профільної лінії одночасно вимірюють зенітну віддаль Z , віддаль від опорного репера D . Аналогічні виміри виконують і з другого опорного репера. З метою контролю, візування на середні репера профільної лінії (3, 4) проводять з двох опорних реперів.

Горизонтальні віддалі від опорних реперів до профільних вираховуються за формулою (Тревога, Литинский, 1983):

$$S = \sqrt{D^2 - c^2 \cos^2 Z} - a \cos Z, \sin Z, \quad /1/$$

де $a = v_B \cdot i_m$.

Перевіщення з достатньою точністю вираховуються за залежністю:

$$\Delta H = S \operatorname{ctg} \alpha + \frac{(\sin^2 \alpha - \kappa) S^2}{2R_{\kappa} \sin^2 \alpha} + \frac{S^2}{R} \operatorname{ctg}^2 \alpha + i_m - v_a, \quad /2/$$

де κ - коефіцієнт вертикальної рефракції, який враховується для кожного напрямку; R_{κ} - радіус кривизни Землі.

Прийнявши полярну вісь за вісь абсцис умовної прямокутної системи координат, враховують координати реперів профільної лінії:

$$\left. \begin{aligned} x &= X + S \cos \beta \\ y &= Y + S \sin \beta \end{aligned} \right\} /3/$$

де X, Y - координати опорного репера.

Довжини інтервалів d між реперами профільної лінії можна отримати за допомогою залежності /4/:

$$d = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2} \quad /4/$$

Величини зміщень і деформацій при обробці матеріалів спостережень визначають за такими формулами:

а) просідання (в м):

$$\eta = H_{m-1} - H_m, \quad /5/$$

де H_{m-1}, H_m - висоти позначки профільного репера відповідно з попереднього і даного спостереження.

б) перпендикулярні (до профільної лінії) зміщення реперів (в мм):

$$\Delta y = y_n - y_1, \quad /6/$$

де y_1, y_n - ординати профільного репера відповідно в початковому і останньому циклі спостережень;

в) паралельні (в мм):

$$\Delta x = x_n - x_1, \quad /7/$$

де x_1, x_n - абсциси репера в початковому і останньому циклі спостережень;

г) абсолютне зміщення (в мм):

$$f_{abc} = \pm \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}; \quad /8/$$

д) горизонтальні деформації:

$$E = \frac{d_2 - d_1}{l}, \quad /9/$$

де d_1, d_2 - довжини інтервалів між профільними реперами відповідно першого і повторного спостереження; l - довжина інтервалу з початкового спостереження.

Дана методика забезпечує необхідну точність спостережень і дає можливість забезпечити економію до 30 % фінансових і трудових ресурсів. Проблемність полягає лише у виборі схеми спостережень, яка визначається насамперед умовами видимості між реперами.

Алгоритм геодезичного моніторингу техногенного рельєфу відображає суть, завдання та напрямки програми його реалізації. Оператори дії та ті, що потребують прийняття рішень розставлені у послідовності, якої вимагає практична реалізація поставленої мети і завдань. Черговість постановки логічної умови, яка визначає напрям дії або прийняття рішень у конкретних ситуаціях може змінюватися. В першу чергу це відноситься до операторів завершення аналізу.

Найбільші вертикальні складові векторів деформацій точок фіксуються в мульдах зміщення земної поверхні. Тому першочерговими об'єктами геодезичного моніторингу техногенного рельєфу мають бути саме мульди. Відповідних спостережень потребують інженерні будівлі і споруди, що знаходяться в мульді зміщення. Аналогічного підходу вимагають зони затоплення і підтоплення, які на території вугільного басейну часто не попадають в мульду зміщення, а також зони значних тектонічних порушень, та ймовірних деформацій земної поверхні.

Геодезичні моніторингові спостереження за деформаціями рельєфу виконуються на спеціальних або типових станціях локального чи регіонального рівня моніторингу. Їх доцільно закласти з розрахунком, щоб отримані дані давали основу для аналізу стану і динаміки рельєфу та інженерних споруд. Це, по-перше, економічно вигідно; по-друге, забезпечує можливість встановлення різнообумовлених компонентів деформаційних процесів; по-третє, досягається повне інформаційне забезпечення для розробки конструктивних рекомендацій, орієнтованих на зменшення шкідливого впливу гірничих виробіток на будівлі, споруди та природні об'єкти.

3. Для практичного виконання програми геодезичного моніторингу техногенного рельєфу ЛВКБ були вибрані три станції спостереження в мульді зміщення земної поверхні з різною інтенсивністю деформаційних процесів. Також виконувалась необхідна обробка результатів періодичних спостережень на тридцяти дев'яти станціях, які охоплюють всі шахтні поля басейну.

Ця інформація була надана Бюро спеціалізованих маркшейдерських робіт (м.Червоноград) та ВО "Укрзахіддугілля" (м.Сокаль).

Деформаційні процеси рельєфу на території ЛВКВ спостерігаються на площі майже 150 кв.км. Глибина просідань земної поверхні коливається від 0,6 до 3,9 м. На полях семи шахт поверхня понизилася на кінець 1993 року від 1,4 до 2,0 м, на одинадцяти - від 2,0 до 3,0 м, на трьох - від 3,0 до 3,9 м. Максимальні просідання зафіксовані на полі шахти N 3 "Великомостівська" (N 3 ВМ), мінімальні на полі шахти N 9 "Новолинська" (N 9 НВ). За період з 1988 по 1993 рік максимальна глибина просідань (за рік) характерна для поля шахти N 2 ВМ. В 1990-1991 роках вона становила 0,372 м. Найменші з максимальних просідань зафіксовані за цей період на шахті N 5 ВМ. Середнє максимальне просідання земної поверхні над шахтними полями в Новолинському районі становить 1,85 м, в Червоноградському - 2,81 м.

Мінімальна інтенсивність вертикальних змінень земної поверхні фіксується в районі дії шахти N 7 НВ і становить 40 мм/рік, N 4 НВ - 45 мм/рік, N 9 НВ - 40 мм/рік. На поверхні шахт N 2 НВ, N 5 НВ, N 6 НВ, N 1 ВМ інтенсивність становить від 54 до 61 мм/рік. Поверхня дев'яти шахт має здатність понижуватися з інтенсивністю від 81 до 98 мм/рік, чотирьох - від 101 до 125 мм/рік. Максимальна інтенсивність просідань відмічається на полі шахти N 10 ВМ і рівна 132 мм/рік.

За інтенсивністю просідань території шахтних полів можна поділити на три ділянки з:

а) низькою інтенсивністю просідань - до 40 мм/рік (території шахтних полів, яка не попадає під вплив гірничих виробіток);

б) помірною інтенсивністю (40 - 80 мм/рік);

в) значною інтенсивністю (від 81 мм/рік і більше).

Площа просідань земної поверхні з низькою інтенсивністю становить 18 136 га, з помірною - 4 546 га, значною - 9 953 га, що становить відповідно 55 %, 14,5 % і 30,5 % від загальної площі шахтних полів басейну.

Горизонтальні деформації на території басейну є різнохарактерними. В зонах впливу підземних виробіток переважають процеси стискування. На значних ділянках земної поверхні фіксується горизонтальне розтягування. Решта території (що не

зазнає значного техногенного навантаження) піддається процесам розтягування - стискування.

Результати геодезичного моніторингу техногенного рельєфу локального рівня дають змогу детально характеризувати стан конкретних ділянок земної поверхні та інженерних споруд. На основі цієї інформації складені графіки зміщень і деформацій досліджуваних об'єктів на трьох станціях моніторингу і виконаний порівняльний аналіз з розрахунковими (прогнозними) графіками. Визначені параметри та напрями абсолютних горизонтальних зміщень ділянок земної поверхні.

Дослідження показали просторово-часову неоднорідність рухів і деформацій земної поверхні, що вимагає адієснення спеціального районування території. Крім того, фактичні результати моніторингу служать як вихідними даними для створення прогностичних сценаріїв змін земної поверхні, так і підтвердженням чи опростуванням прогнозних показників.

4. Основним завданням районування території ЛВКБ за ступенями небезпеки прояву деформаційних процесів є всесторонній аналіз деформованого стану земної поверхні з метою пошуків просторових закономірностей цих процесів. Районування території також розглядається як обов'язкова складова системи геодезичного моніторингу техногенного рельєфу і є частиною його програми.

На основі моніторингової геодезичної інформації складена картосхема зон максимального просідання земної поверхні території вугільного басейну, яка відображає ситуацію станом на кінець 1993 року. Зони з максимальною амплітудою просідання земної поверхні до 4,0 м виявлені в районі дії шахт N 3 ВМ, N5 ВМ, N8 ВМ. Загальна площа цих зон досягає 4 кв.км. Доволі великі ареали поверхні піддаються просіданню з максимальною амплітудою до 3,0 м (райони дії десяти шахт). Зони з просіданням від 0,5 до 1,0 м в багатьох випадках співпадають з межами мутьди зміщення.

На території вугільного басейну, яка піддається процесу просідання, ми виділяємо тринадцять районів з середньою інтенсивністю 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 мм/рік.

Показники середньої інтенсивності вираховані за формулою:

$$\bar{i} = \frac{i_1 S_1 + i_2 S_2 + \dots + i_n S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}, \quad /10/$$

де i_1, i_2, \dots, i_n - інтенсивність просідань окремих ареалів;
 S_1, S_2, \dots, S_n - площі цих ареалів.

У Червоноградському районі загальна площа ділянок, що піддаються впливу процесів просідань, становить, 61,81 кв.км; 6 % цієї території понижується з середньою інтенсивністю 55 мм/рік, 43 % - 60 мм/рік, 34 % - 65 мм/рік, 17 % - 70 мм/рік. У Нововолинському районі загальна площа аналогічних ділянок становить 82,18 кв.км; 26 % цієї площі понижується з середньою інтенсивністю 40 мм/рік, 41 % - 45 мм/рік, 33 % - 50 мм/рік.

Районування території басейну за типом горизонтальних деформацій відображає розподіл зон загального стискування. Це свідчить про те, що вони фактично знаходяться в районах функціонування техногенних порожнин і зумовлені в першу чергу просіданням земної поверхні. Зони загального розтягування фіксуються навколо зон стискування, зумовлюються технологічним навантаженням, тектонічними порушеннями, а також відображають фізичний процес твердого тіла (стискування - розтягування).

Значна частина дослідної території піддається природному процесу розтягування - стискування і, відповідно, напрями осей горизонтальних деформацій є взаємнопротилежними. Отже, підтверджується загальна теза про те, що стан порід формується при сумарній дії двох силових полів - гравітаційного і тектонічного.

Картографічне районування території вугільного басейну за ступенями небезпеки деформаційних процесів дозволяють дати обгрунтовану оцінку рельєфотворчої ролі двох основних типів перемішень точок земної поверхні в межах вугільного басейну та прогнозувати зміни стану техногенного рельєфу.

5. В результаті опрацювання моніторингової інформації визначені межі зон ймовірних деформацій у вугільному басейні і вираховані їхні площі на 2039 рік. Згідно прогнозу, в Нововолинському районі просідання земної поверхні відмічатимуться на площі більше 15 тис.га, в Червоноградському - близько 19 тис.га. В загальному по басейну площа просідань збільшиться на 19485 га в порівнянні з початком 1994 р.

Вазуючись на сьогоднішніх уявленнях про фізичну природу і механізм техногенних процесів, встановлено, що ймовірні максимальні глибини просідань земної поверхні будуть змінюватися в межах від 1,84 до 6,07 м у порівнянні з початком 1994 року.

Застосування геодезичних методів для вивчення сучасних деформаційних процесів має бути обґрунтованим і завчасним. Обґрунтованість повинна базуватися на необхідності та економічній доцільності. Необхідність і завчасність визначається за показниками інтенсивності деформаційних процесів, отриманими в результаті геодезичного моніторингу рельєфу. Ці показники характеризують граничні величини сумарних деформацій та інформують про очікувані зміщення земної поверхні. Економічні критерії визначаються в результаті порівняння вартості прибутків від видобутку вугілля і його використання в народному господарстві та затрат на охорону природи, господарських об'єктів та покращення екологічної ситуації.

6. Банк геодезичної моніторингової інформації представляє собою сукупність інформаційних масивів геодезичних даних, методів, способів, алгоритмів і програм обробки та збереження вхідної інформації, пошуку необхідних даних і отримання на її основі нової інформації, комплекс технічних засобів, за допомогою яких здійснюється введення, збереження, пошук, отримання і виділення необхідної інформації. Інформаційний фонд банку складатиметься з блоку загальної інформації, блоку результатів спостережень, блоку аналізу та оцінки і блоку прогнозу та моделювання.

ВИСНОВКИ

1. Вивчення протягом 1988-1994 рр. динаміки техногенно-зміненого рельєфу ЛВКВ показало доцільність та необхідність організації системи геодезичного моніторингу як основного методу дослідження деформаційних процесів земної поверхні.

2. Концептуальність системи геодезичного моніторингу техногенного рельєфу полягає у функціональній структурі, багатривнівості здійснення, призначенні і типі завдань.

3. Запропонована програма реалізації геодезичного моніторингу передбачає можливість встановлення закономірностей просторово-часової динаміки земної поверхні і повного інформаційного забезпечення для розробки конструктивних рекомендацій стосовно зменшення негативних наслідків геотехногенезу. В результаті її апробації на території ЛВКВ визначені масштаби техногенно-зумовленої динаміки земної поверхні, параметри процесу просідань та горизонтальних деформацій, встановлені зако-

номірності їх розвитку.

4. Районування території ЛВКВ за ступенем геоекологічної небезпеки на основі моніторингових досліджень виконане у відповідності з різними теоріями граничного стану середовища. Результати підтверджують рельєфотворчий вплив двох основних типів зміщень земної поверхні - вертикальних та горизонтальних.

5. Створена прогнозна модель техногенно-зміненого рельєфу є адекватною та достовірно відображає функціональний підхід, баауючись на аналізі результатів геодезичних досліджень, визначаючи фізичну характеристику рельєфу.

6. Застосування геодезичних методів при організації системи контролю динаміки рельєфу зводиться до вимоги відповідності класу інструментів, допустимої точності вимірів, можливих фінансових та матеріальних витрат.

7. Необхідність і завчасність реалізації заходів охорони природних та господарських об'єктів в зонах впливу гірничих виробіток визначаються за результатами геодезичного моніторингу рельєфу. Прийняття рішень природоохоронного характеру повинно бути економічно ос.рунтованим.

По темі дисертаційного дослідження опубліковано такі праці:

1. Кравців С.С. Геодезичні спостереження за зсувами на Свидовецькому стаціонарі в Карпатах (Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр. 1992. Вип. 18. - С. 33-35.
2. Кравців С.С. Вивчення динаміки техногенного рельєфу на території Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр., 1994. Вип. 19. - С. 162-164.
3. Кравців С.С., Лозинський В.В. Геодезичні спостереження: Текст лекцій. - Львів: ред. відд. Львів. ун-ту, 1993. - 32 с.
4. Кравців С.С. Питання стаціонарних досліджень екаогенних процесів в регіоні // Карпати - український міст в Європу: проблеми і перспективи. - Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції. - Львів, 1993. - С. 160-161.
5. Кравців С.С. До питання про техногенні деформації рельєфу в районі Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну // Проблеми раціонального використання соціально-економічного та природно-ресурсного потенціалу регіону. - Тези доповідей республіканської науково-практичної конференції. Ч. 1. - Луцьк, 1993. - С. 144-145.

6. Кравців С.С., Геодезические методы оценки интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов в условиях антропогенного рельефа // Тез. докл. Восьмого межвузовского координационного совещания по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов: Воронеж: Изд-во Воронеж. госагроуниверситет, 1993. - С. 54-56.

7. Кравців С.С. До питання організації системи моніторингу природного середовища в Карпатах // Проблеми Гуцульщини. - Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції. - м. Косів, 1993, ч. II. - С. 21-23.

8. Ловинський В.В., Кравців С.С., Шевчук Р.В. До питання організації системи моніторингу техногенного рельєфу // Комплексні дослідження сучасної геодинаміки земної кори. - Тези доповідей 1-ї Української наукової конференції. - Львів, 1993, с. 37.

9. Ловинський В.В., Кравців С.С. Районування техногенних територій за ступенем потенційної небезпеки деформаційних процесів // Геодинаміка гірських систем Європи. - Тези доповідей міжнародного симпозиуму. - Львів, 1994. - с. 60.

Kravtsiv Stepan. Geodetic monitoring of the technogenic relief (the case of L'viv-Volynian Black Coal Basin).

Dissertation for the acquisition of the scientific degree of Candidate of Technical University of Ivano-Frankivsk, Ivano-Frankivsk, 1995.

Technogenic relief of L'viv-Volynian Black Coal Basin is the object of study. The conceptual model of the geodetic monitoring system for technogenic relief is grounded, and its place is defined within the structure of the natural environment monitoring. The results of the geodetic observations were used for the establishment of the regularities of the earth surface spatial-temporal differentiation. Scientific-methodical issues of the technogenic areas regionalization according to the degree of the geoeological danger are worked out on the basis of the monitoring geodetic investigations of the earth surface. The procedure of the geodetic information utilization is proposed in the prognosis of the technogenic relief dynamics and in the measures for the prevention and diminishment of relief deformations.

Кравцов С.С. Геодезический мониторинг техногенного рельефа (на примере Львовско-Волынского каменноугольного бассейна)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 11.00.11 - охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, Ивано-Франковский государственный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 1995.

Объектом исследования является техногенный рельеф Львовско-Волынского каменноугольного бассейна. В работе обосновано концептуальную модель системы геодезического мониторинга техногенного рельефа, определено его место в структуре мониторинга окружающей природной среды. Установлены закономерности пространственно-временной дифференциации динамики земной поверхности с использованием результатов геодезических наблюдений на исследуемой территории. Разработано научно-методические положения районирования техногенных территорий по степени геозекологической опасности на основании мониторинговых геодезических исследований земной поверхности. Предложено процедуру использования геодезической информации при разработке прогнозов динамики техногенного рельефа и мероприятий по уменьшению и предупреждению отрицательных последствий его деформации.

Ключові слова: геодезичний моніторинг техногенного рельєфу, геодезичні спостереження, динаміка, деформаційні процеси, інтенсивність просідань, земна поверхня, районування території.

