

# ВІСНИК КРИВОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

випуск **33**



Кривий Ріг 2012

Міністерство освіти і науки,  
молоді та спорту України

*ДВНЗ «Криворізький національний університет»*

**Вісник**  
**Криворізького національного**  
**університету**

*Збірник наукових праць*

*Випуск 33*

Кривий Ріг 2012

У збірнику викладено результати досліджень у галузі технічних та економічних наук.

Значну увагу приділено питанням відкритої та підземної розробки рудних родовищ, збагачення руд, автоматизації контролю та керування технологічними процесами гірничого виробництва. Важливе місце займають питання енергозбереження, економіки, надійності, охорони праці, техніки безпеки, захисту довкілля.

Збірник розраховано на наукових й інженерно-технічних працівників, а також може бути використаний студентами вищих навчальних закладів.

Редакційна колегія: **Вілкул Ю.Г.**, д-р техн. наук, проф. (відповідальний редактор); **Сидоренко В.Д.**, д-р техн. наук, проф. (заступник відповідального редактора); **Ступнік М.І.**, д-р, техн. наук, проф.; **Азарян А.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Барашиков А.Я.**, д-р техн. наук, проф.; **Бережний М.М.**, д-р техн. наук, проф.; **Гірін В.С.**, д-р техн. наук, проф.; **Голишев О.М.**, д-р техн. наук, проф.; **Губін Г.В.**, д-р техн. наук, проф.; **Гурін А.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Долгоруков Ю.О.**, д-р екон. наук, проф.; **Євтехов В.Д.**, д-р геол.-мінерал. наук, проф.; **Жуков С.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Pias Nicolae, Dr.h.c., Professor, University of Petrosani, Romani**; **Кіяновський М.В.**, д-р техн. проф.; **Ковальчук В.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Моркун В.С.**, д-р техн. наук, проф.; **Несмашний Є.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Нусінов В.Я.**, д-р екон. наук, проф.; **Олійник Т.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Решетілова Т.Б.**, д-р екон. наук, проф.; **Рудь Ю.С.**, д-р техн. наук, проф.; **Сінолиций А.П.**, д-р техн. наук, проф.; **Сапиґа С.Я.**, д-р екон. наук, проф.; **Самуся В.І.**, д-р техн. наук, проф.; **Стороженко Л.І.**, д-р техн. наук, проф.; **Толмачов С.Т.**, д-р техн. наук, проф.; **Туріло А.М.**, д-р екон. наук, проф.; **Учитель А.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Федоренко П.Й.**, д-р техн. наук, проф.; **Федоркін С.І.**, д-р техн. наук, проф.; **Шишкін О.О.**, д-р техн. наук, проф.

Адреса редакції: 50002, Кривий Ріг, вул. Пушкіна, 44.

ДВНЗ «Криворізький національний університет». Тел. 262 407.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

ДВНЗ «Криворізький національний університет»  
Вісник Криворізького національного університету  
Збірник наукових праць

Засновано у 2003 р. Випуск 33,

2012

Кривий Ріг

Зміст

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Ступнік Н.И., Андреев Б.Н., Письменный С.В. Технология разработки рудных месторождений открыто-подземным способом	3
Сидоренко В.Д., Несмаиный Е.А., Федин К.А. К вопросу повышения эффективности работы циклично-поточной технологии на Криворожских карьерах	8
Колосов В.А. Методы учета фактических величин показателей извлечения руды	12
Тищенко С.В., Еременко Г.И., Мартынюк М.В., Малых Д.Ю. Зависимость процесса взрывного разрушения от физико-механических свойств горного массива	16
Бурачек В.Г., Малік Т.М. Підвищення точності візування пристроїв фотоелектричного зв'язку	19
Мащенко В.А., Рачковский В.П., Крайчук С.А. Прогнозування стійкості вертикальної свердловини великого діаметру при розробці алмазоносних родовищ корисних копалин	24
Настич О.Б., Хворост В.В. Прочность и долговечность железобетонных конструкций корпуса измельчения известняка Камыш-Бурунский ЖРК	29
Єфіменко В.І., Сухан О.П., Паливода О.А. Аналіз проблем та шляхів реконструкції житлових будівель перших масових серій	33
Єфіменко В.И., Сухан А.П. Бионические подходы в конструировании стыков трубобетонных конструкций с центрифугированным ядром	36
Слилич А.А., Мовчан І.А. Оптимальное проектирование стальных балок двотаврового сечения	38
Долгих О.В. Прогнозування деформацій денної поверхні за результатами обмеженої кількості циклів спостережень	40
Валовой О.І., Єрьоменко О.Ю., Валовой М.О. Міцність та жорсткість залізобетонних згинальних елементів з порушеним зчепленням арматури та бетону	45
Моркун В.С., Радионоу В.М. Моделирование процесса классификации железорудной пульпы в гидроциклоне с учетом ее физико-механических характеристик	48
Федоренко С.А., Ткаличенко С.В., Жуков С.А. Концепция математического моделирования задачи оптимизации одноканальных двухпродуктовых транспортных потоков	53
Моркун Н.В. Пространственно-временная декомпозиция нелинейных динамических структур с распределенными параметрами на основе иерархического метода главных компонент I-NPCA	58
Кушнеров І.П., Кривенко Ю.Ю. Розробка похилих та крутоспадних родовищ корисних копалин камерними системами	62
Тимченко Р.А., Богатынский А.В. Круглые фундаменты на подрабатываемых территориях	65
Лапшин А.Е., Серебренников Э.В., Деньзуб В.И. Термодинамический анализ процесса смешивания воздуха с водой	68
Чередніченко В.О. Аналіз виробничого травматизму та профзахворюваності на підприємствах ГЗК Кривбасу за період 2001-2011 рр.	73
Донсков Е.Г., Лялюк В.П., Донсков А.Д., Кассим Д.А. Доменная плавка под давлением, мифы и реальность	80
Ревенко А.В., Ревенко О.А. Исследование равновесия серы в горне доменной печи	85
Моркун В.С., Позородецкии Н.С. Повышение эффективности ультразвуковых методов контроля и диагностики для обеспечения безопасной эксплуатации строительных объектов	90
Лапшин О.С., Немченко А.А., Коновалюк В.А., Лапшина Д.О. Тепло-масообмін між водою шахтних водозбірників і повітрям	94
Учитель А.Д., Малиновский Ю.А., Малиновская А.Ю. Особенности ударного взаимодействия негабаритных кусков транспортируемого материала в роторном агрегате для подготовки металлургического сырья	96
Донсков Е.Г., Лялюк В.П., Донсков А.Д., Кассим Д.А. Эффективность использования интенсификаторов доменной плавки в предшествующие годы и на современном этапе	100
Лялюк В.П., Ляхова И.А., Соколова В.П., Кассим Д.А. Исследование влияния содержания влаги в угольной шихте на качество доменного кокса	105
Лялюк В.П., Соколова В.П., Ляхова И.А., Кассим Д.А. Оценка стабильности прочности кокса по показателям M <sub>25</sub> и M <sub>10</sub> в зависимости от колеблемости качества угольной шихты	110
Учитель А.Д., Кормер-М.В., Шмельцер Е.О. Методы предотвращения смерзания углей при их транспортировке	113
Панченко А.Н., Гасик М.И., Оторвин П.И., Учитель А.Д., Лялюк В.П. Повышение стойкости колосников агломерационных машин	118
Чумаков В.П. Технологічні особливості прокатки на блюмінгу	122
Плотников В.В., Марасанова О.В. Оценка эффективности подготовительных процессов железных руд к плавке	124
Самойлик В.Г. Исследование влияния омасливания угольной поверхности на эффективность действия реагентопластификаторов	128
Назимко И.В. Экспериментальная проверка производства энтропии в виде необратимых потоков сдвижений в натуральных условиях	131
Гирин В.С., Гирин І.В., Потапенко В.В., Тупотенко В.В. Перспективы применения спектрального анализа для диагностирования технического состояния горнотранспортного оборудования	135
Сінолиций А.П., Кольсун В.А., Сірманов Р.І. Енергетичні характеристики установок з ударно-циклічними навантаженнями	139
Хорольський В.А.П., Хоцькіна В.Б. Адаптивна система оцінки режимів роботи першої стадії збагачення руди на основі мережевих моделей Петрі	142
Сокур М.І., Кассов В.Д. Підвищення ефективності роботи екскаваторно-автомобільного комплексу кар'єра шляхом обґрунтування оптимальних параметрів навантажувальних площадок	145
Бурнасов П.В. Оптимальне управління ресурсами при складанні розкладу занять навчального закладу	149
Герасимова К.В. Удосконалення методики виконання лабораторної роботи з оборотним фізичним маятником	153
Зубкевич В.Ю. Векторное представление изменения вещественного состава переменной смеси	156

Бугай Л.А. Проблемы повышения эксплуатационных свойств геликоидальных пар пневматических перфораторов и пути их решения	159
Харченко С.А., Паршин А.В., Гук А.Д., Гирич В.С., Жуков С.А. Экспериментальная основа исследования новых силовых элементов шахтных сооружений	162
Липин О.С., Андрейчиков М.В. Дослідження ефективності пилгозоподавлення при проходці горизонтальних виробок	167
Артамонова Д.А., Нечаев В.П., Киселев В.Н., Кассир С.Г. Применение многооперационных станков для обработки цилиндров перфораторов	170
Рудь Ю.С., Радченко И.С., Неймирко С.И. Исследование движения автомобиля при пусковом, разгонном, установившемся и тормозном режимах	173
Громадский А.С., Горбачов Ю.Г., Громадский В.А. Исследования вертикальных колебаний станка СБШ-250 с канатно-полиспастным механизмом подачи бурового инструмента	180
Момот В.Е., Вишневыский Н.В. Анализ влияния солнечных фотоэлектрических электростанций на режимы работы энергосистемы	184
Столпчий А.П., Кольсун В.А., Козлов В.С. Особливості ідентифікації енергетичних моделей споживачів електричної енергії, поєднаних у групу	187
Жосан А.А., Липанчиков С.І. Огляд та аналіз обладнання для дезінтеграції шматків твердих матеріалів як об'єктів керування	190
Жосан А.А., Кірсань Є.С. Нейрорегулятор чи дуальний регулятор?	194
Пархоменко Р.А. Повышение эффективности электроснабжения в шахтных сетях как один из путей повышения конкурентоспособности продукции	199
Аніськов О.В. Особливості електропластичної прокатки мідної стрічки	204
Саюід І. Аналіз існуючих мов Web-програмування та особливості їх застосування при розробці сайтів для дистанційного навчання	207
Ефименко Л.И., Тиханский М.П. Оценка влияния отдельных нагрузок действующих на формирование металлоемкости става ленточного конвейера	211
Цвиркун С.Л. Применение нечеткой логики для определения крупнокусковой руды	215
Чирва В.Н., Савченко А.А., Сухан А.П. Динамическое обследование фундамента дробилки дробильно-перегрузочного узла на отм. -60 м ПАО «ИнГЭК»	219
Роенко А.Н., Коваленко В.В., Харин С.А. Исследование степени влияния различных факторов на темпы проходки выработок в глубоких шахтах	222
Гольшев А.М., Серебренников Э.В., Давыдов А.В., Пищикова Е.В. Распространение вредных газов в тупиковой горной выработке	225
Олейник Т.А., Михню С.В. Обоснование элементов топологии технологической схемы обогащения титаномагнетитовой руды коренного месторождения Украины	228
Олійник Т.А., Скляр Л.В., Піскунова М.А. Розробка технології збагачення вогнетривкої сировини правдинського родовища	233
Шапурін О.В., Скачков А.А. Промислове впровадження диференційованого енергонасичення гірських порід при підриванні	238
Суртас В.В., Кривенко О.Ю., Кривенко Ю.Ю. Сучасні конструкції зовнішніх огорожень будинків з підвищеним теплозахистом. Застосування поліуретану, поліурії, пінополіуретанових (PU) і поліізоціануратних (PIR) систем, напилованих пінопластів	240
Толмачев С.Т., Ильченко А.В., Власенко В.А. Интегральные уравнения для расчета квазистационарного электромагнитного поля в магнитнопроводящих средах	245
Валовой А.И., Вороча В.Л. Основные виды воздействий на здания и их последствия	250
Кондратець В.О., Мауї А.М. Оптимізація параметрів стенда, що формує коливальний вертикальний рух рідини	256
<b>ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ</b>	
Турило А.А., Гушко С.В. Підвищення ефективності в управлінні промисловим підприємством з позиції стратегічного розвитку	261
Боровий В.О., Бурачек В.Г., Нисторяк І.О. Ще раз до точності визначення площ земельних ділянок	264
Хорольський В.П., Хорольська О.В., Довгаль І.Г. Моніторинг зростання вартості публічного акціонерного товариства за рахунок впровадження комплексного проекту реструктуризації	269
Харин С.А., Корovina Е.В. Экономика Украины: анализ динамики развития и пути структурной трансформации	273
Захарченко І.С. Визначення факторів впливу на економічну активність підприємства	276
Богачевська К.В. Теоретичні підходи визначення поняття «диверсифікація підприємства» як економічної категорії	280
Мельникова И.Е. Оптимизация процесса управления и усовершенствование нормирования труда руководителей	283
Романчук К.В. Концепція визнання активів в обліковій національній практиці України: право власності чи контроль	286
Темченко О.А., Вусик О.О. Обґрунтування доцільності переходу від відкритого до підземного способу розробки родовищ корисних копалин	294
Турило А.М., Капітула С.В., Патицька О.В. Оцінка фінансової безпеки підприємства на засадах маркетингового інструментарію	298
Брадул О.М., Тимко Є.В., Жидкова Н.П. Особливості операцій з земельними ділянками в бюджетних установах та державних комерційних підприємствах	303
Рябкіна О.Г. Розроблення стратегії технологічного розвитку гірничо-збагачувальних комбінатів	307
Добровольський В.В. К вопросу совершенствования организационной структуры управления горно-обогатительным комбинатом	311
Калініченко О.В. Шляхи удосконалення системи менеджменту підприємств гірничо-металургійного комплексу	315
Короткий В.Ю. Політика міжнародних фінансових організацій щодо соціальної та екологічної відповідальності підприємств гірничовидобувної галузі	319
<b>АНОТАЦІЇ</b>	325
<b>А н о т а ц і ї</b>	325
<b>ІНФОРМАЦІЙНІ ТА РЕКЛАМНІ МАТЕРІАЛИ</b>	341
Абросимова Т.Н., Сокурено В.П., Островский И.П., Фридман В.М. Гармонизация отечественных нормативных документов с европейскими - одно из основных условий вступления в ЕС	341
Абросимова Т.Н., Сокурено В.П., Островский И.П., Фридман В.М. Внедрение автоматизированной системы идентификации и прослеживаемости - важное направление повышения конкурентоспособности труб	343

2. Фелікс Боб. Умные бизнес-показатели: Система измерений эффективности как важный элемент менеджмента / Пер. с англ. – Днепропетровск: Баланс Бизнес Букс, 2004. – 312 с.  
Рукопис подано до редакції 11.04.12

УДК 528.4

В.О. БОРОВИЙ, В.Г. БУРАЧЕК доктори техн. наук, проф.

Університет новітніх технологій, м. Київ

І.О. НИСТОРЯК, аспірант, Чернігівський державний інститут економіки і управління

## ЩЕ РАЗ ДО ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК

**Актуальність проблеми.** Питаннями методів і точності визначення площ земельних ділянок займався багато авторів [1,4,5,7,9-12]. Така велика кількість публікацій з цього питання говорить про його актуальність та неоднозначність. Зв'язок точності визначення площ в залежності від вартості землі і нерухомого майна [4] на сьогодні є надзвичайно важливим для економіки держави, громадян, в частині справляння земельного податку та орендної плати за землю, при передачі землі у власність, у спадщину, під заставу, тощо [2].

На наш погляд, це питання ще має особливості з точки зору зв'язку точності з методами визначення, вихідним матеріалом (карти, їх масштаб), розмірами та формами земельної ділянки та інше. Можливо ще є зв'язок з тим, що раніше цим питанням більш займались землепорядники, а сьогодні - акцент зміщується в бік геодезистів.

**Аналіз окремих публікацій.** Відомі різні способи визначення площ: аналітичний, геометричний, графічний, механічний [6]. При механічному способі і застосуванні полярного планіметра можна отримати точність визначення площі, що характеризується відносною похибкою порядку 1:300. Електронними (цифровими) планіметрами, зокрема модель «Planix», можна визначити площу по картах або інших матеріалах з точністю 0,2% [13].

Для визначення середньої квадратичної похибки площі по топографічному плану або карті можна використати формулу

$$m_p = (0,2M/1000)\sqrt{P}, \quad (1)$$

де  $M$  - знаменник чисельного масштабу плану;  $P$  - площа ділянки,  $m^2$

При масштабі 1:500 і площі в 12 соток середня квадратична похибка складе  $5,2 m^2$ , а на площі 1 га -  $15 m^2$ . При планах масштабів 1:1000 і 1:2000 похибка визначення пропорційно збільшиться (в 2 і 4 рази).

Від точності геодезичних даних залежить достовірність кадастрової інформації, серед якої обов'язковою є площа. Точність визначення площі є основою точності виносу в натуру і визначення меж землеволодіння.

Можна прийняти, що для звичної земельної ділянки розміром  $30 \times 40$  м у приміських районах м. Києва (та інших обласних центрах України), де ринкова вартість є найбільш високою (досягає 10 і більше тисяч доларів США за сотку), необхідно врахувати кожен квадратний метр площі, тобто

$$m_p = 1 m^2. \quad (2)$$

Для ділянки прямокутної форми можна встановити зв'язок середніх квадратичних похибок визначення координат межових знаків  $m$  і середньої квадратичної похибки  $m_p$

$$m_{x,y} = \frac{m_p}{\sqrt{e_1^2 + e_2^2}} \quad (3)$$

Для прийнятої нами ділянки і умови (2) отримаємо  $m = 2,0$  см.

При довжині сторони квадратної ділянки  $a = 35-40$  м ( $P = 10-16$  соток), маємо значення  $m$  того ж порядку, що для ділянки прямокутної форми.

У роботі [1] на основі виконаних досліджень показано, що положення межових знаків території населених пунктів для земельних ділянок площею від  $100 m^2$  до  $20\,000 m^2$  доцільно визначати відносно пунктів геодезичної мережі з похибкою  $0,05-0,07$  м. Для ділянок більшої площі достатня точність -  $0,10$  м, при цьому підвищення точності визначення площ ділянок

менше за 2500 м<sup>2</sup> доцільно виконувати спільне врівноваження координат межових знаків та вимірних довжин сторін між межовими знаками, що дасть змогу значно підвищити точність визначення площ ділянок чотирикутної форми.

Автор [11] вважає, що формули запропоновані в [1] не зовсім коректно описують точність визначення площ полігонів, та наводить уточнені формули для похибок визначення площ земельної ділянки по координатах межових знаків. На думку автора [11] отримані ним формули більш достовірно описують точність визначення площ, ніж ті, що наведено в [1].

У [5] виконаний аналіз визначення площ земельних ділянок по різних формулах. Зроблений висновок, що оцінювати точність визначення відносних похибок необхідно за допомогою диференційного підходу. При цьому отримані формули для похибок оцінки площі багатокутників, у тому числі для варіанту форми земельної ділянки з кутами при вершинах близькими до прямих.

Результати виконаних в [5] досліджень показують, що якщо використовувати допустимі значення середніх квадратичних похибок положення межових знаків за межами населених пунктів, то при обчисленні площ земельних ділянок будуть отримані значні середні квадратичні похибки, які не зможуть задовольнити як замовника, так і самого виконавця геодезичних робіт.

В роботі [4] рекомендується використовувати формулу  $m_p = m_s \sqrt{l_1^2 + l_2^2}$  для прямокутних ділянок. При  $m_1 = m_2 = m$  дана формула набуде вигляду  $m_p = m\sqrt{2} \sqrt{l_1^2 + l_2^2}$ .

Автор роботи [4] зазначає, що в Інструкції про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості), та їх закріпленню межовими знаками, вказані допустимі значення середніх квадратичних похибок положення межових знаків, але допустимих середніх квадратичних похибок обчислення площ земельних ділянок не наведено, тому задача визначення допустимих середніх квадратичних похибок положення межового знака і обчислення площ земельних ділянок потребує подальших досліджень.

Далі автор відзначає, що з переходом до єдиного земельного податку питання визначення точності положення межових знаків і площі набуває ще більшої вагомості тому, що власники будуть зацікавлені у точніших розмірах земельних ділянок, та об'єктів нерухомості. При цьому важливо те, скільки може втратити конкретний власник через недостатню точність визначення площ земельних ділянок, що в свою чергу може стати причиною напруги в суспільстві.

**Викладення основного матеріалу.** Розглянемо ще один можливий варіант розрахунку середньої квадратичної похибки визначення площі, який полягає в наступному. Допустимо, що на рис. 1 в точках  $i$  та  $i+1$  зображено проектне (ідеально точне) розташування межових знаків, в точках  $i'$  та  $(i+1)'$  - реальне положення з відхиленнями  $\Delta_1$  і  $\Delta_2, l$  - відстань між точками

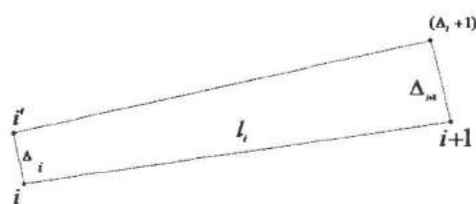


Рис. 1. Варіант відхилення межових знаків

Очевидно, має місце зміна площі земельної ділянки на величину

$$\Delta p_i = \frac{\Delta_i + \Delta_{i+1}}{2} \cdot l_i. \quad (4)$$

Похибка визначення площі в межах  $l_i$  при цьому дорівнюватиме

$$\Delta P_i = \frac{\Delta_i l_i + \Delta_{i+1} l_i}{2} = l_i \left( \frac{\Delta_i + \Delta_{i+1}}{2} \right).$$

Врахуємо, що похибка вимірювання  $l_i$  дорівнює  $\Delta l_i$

$$\Delta P_i = (l_i + \Delta l_i) \left( \frac{\Delta_i + \Delta_{i+1}}{2} \right) = \frac{1}{2} l_i (\Delta_i + \Delta_{i+1}) + \frac{1}{2} \Delta l_i (\Delta_i + \Delta_{i+1}). \quad (5)$$

Переходячи до середніх квадратичних похибок обчислення координат у напрямку перпендикулярному до лінії  $l_i$  можна записати, що приріст площі складає

$$m_{P_i} = \sqrt{\left( \frac{\pm m_i^2 \pm m_{i+1}^2}{2} \right) l_i^2}. \quad (6)$$

Середня квадратична похибка визначення площі замкненого контуру земельної ділянки буде мати сумарне значення середніх квадратичних похибок обчислення координат межових знаків

$$m_{pi}^2 = \frac{1}{2}l_1^2(m_1^2 + m_2^2) + \frac{1}{2}l_2^2(m_2^2 + m_3^2) + \dots + \frac{1}{2}l_n^2(m_n^2 + m_1^2). \quad (7)$$

Якщо визначення координат межових знаків є рівноточними, тобто  $m_1=m_2=\dots=m_n=m$ , вираз (7) матиме вигляд

$$m_{pi}^2 = m^2(l_1^2 + l_2^2 + \dots + l_n^2) = m^2 \sum_{i=1}^n l_i^2. \quad (8)$$

З врахуванням впливу похибки  $l_i$  в формулі (5), а також те, що виміри на межових знаках є рівноточними з круговим розсіюванням похибок  $m$ , і переходячи від  $\Delta l_i$  до середньої квадратичної похибки  $m_l = m\sqrt{2}$ , можна записати

$$m_{pi}^2 = \frac{1}{4}l_i^2(m^2 + m^2) + \frac{1}{4}m^2(m^2 + m^2) = \frac{1}{2}l_i^2m^2 + \frac{1}{2}m^4, \quad (9)$$

$$m_{pi}^2 = \sum_{i=1}^n m_{pi}^2 = \frac{1}{2}m^2 \sum_{i=1}^n l_i^2 + \frac{1}{2}km^4,$$

де  $k=4$  - число виміряних прямих кутів.

Тоді

$$m_p = \frac{m}{\sqrt{2}} \sqrt{\sum_{i=1}^n l_i^2 + 4m^2}. \quad (10)$$

Застосовуючи розкладання в біноміальний ряд множника в ступені  $\frac{1}{2}$  отримаємо

$$m_p = \frac{m}{\sqrt{2}} \sqrt{\sum_{i=1}^n l_i^2} \left( 1 + \frac{4m^2}{2\sum_{i=1}^n l_i^2} \right).$$

Або в кінцевому результаті

$$m_p = \frac{m}{\sqrt{2}} \sqrt{\sum_{i=1}^n l_i^2} + \frac{m^3\sqrt{2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n l_i^2}}. \quad (11)$$

У виразі (11) другий член має як мінімум четвертий порядок малості, тобто при похибці визначення площі  $m_p = 1 \text{ м}^2$  друга частина виразу (14) буде рівною  $m_p < 0,0001 \text{ м}^2$

Тому формулу (12) можна записати

$$m_p = \frac{m}{\sqrt{2}} \sqrt{\sum_{i=1}^n l_i^2}. \quad (12)$$

Остання формула може бути універсальною для будь-якої конфігурації земельних ділянок, забезпечуючи достатньо високу точність.

З наданих у роботах багатьох авторів формул для розрахунку середньоквадратичної похибки  $m_p$  визначення площі земельної ділянки по координатах межових знаків складемо табл. 1. При цьому виділимо формули для ділянок прямокутної та квадратної форми.

Таблиця 1

Значення середніх квадратичних похибок визначення площ земельних ділянок, отриманих різними авторами

Автори (дивись літературу)	$m_p$ загальна	$m_p$ прямокутника		$m_p$ квадрата	
			$\Delta m_p$		$\Delta m_p$
[4]	$m\sqrt{2P} \sqrt{\frac{1+k^2}{k}}$	$m\sqrt{2(l_1^2 + l_2^2)}$	+0,37	$2ml$	+0,53
[5], [8], [10]	$\frac{m}{2} \sqrt{\sum_{i=1}^n D_i^2}$	$\frac{m}{\sqrt{2}} \sqrt{l_1^2 + l_2^2}$	-0,33	$ml$	-0,47
даної статті, [12]	$\frac{m}{\sqrt{2}} \sqrt{\sum_{i=1}^n l_i^2}$	$m\sqrt{l_1^2 + l_2^2}$	-0,04	$ml\sqrt{2}$	-0,06
	1,04 $m\sqrt{l_1^2 + l_2^2}$			1,47ml	

У табл. 1 прийнято позначки:  $P$  - площа земельної ділянки;  $l_i$  - сторона земельної ділянки (довжина горизонтального прокладання, що з'єднує центри сусідніх межових знаків);  $D$  - діаго-



налі, що з'єднують точки  $i$  та  $i+1$  межових знаків;  $k$ - співвідношення сторін в прямокутнику;  $\Delta m_p$  - відхилення коефіцієнта від середнього значення.

З даної таблиці видно, що майже у всіх розглянутих роботах отримані по суті схожі формули, які відрізняються різними аргументами (площа ділянки  $P$ , довжини сторін  $l_i$ , довжини діагоналей  $D$  і т.д.).

При цьому формули оцінки точності площі мають три варіанти вихідних формул похибки визначення площі багатокутної ділянки і формул для фігур правильного прямокутника. Деякі відхилення чисельних множників від середнього значення досягають більше 50%. Це говорить про те, що обчислені за різними формулами значення земельних ділянок можуть коливатися в межах, які є близькими до середньої квадратичної похибки їх визначення.

В окремих вихідних формулах розглянутих статей прийняті похибки вимірювання довжин ліній  $l_i$  між проекціями вершин багатокутників. Відмітимо, що кожна відстань  $l_i$  між точками межових знаків визначається з деякою похибкою  $\Delta l_i$ . Тоді можна записати

$$\begin{aligned} m_{pi}^2 &= m^2 \left\{ (l_1 + \Delta l_1)^2 + (l_2 + \Delta l_2)^2 + \dots + (l_n + \Delta l_n)^2 \right\} = \\ &= m^2 \left\{ (l_1^2 + 2l_1\Delta l_1 + \Delta l_1^2) + \dots + (l_n^2 + 2l_n\Delta l_n + \Delta l_n^2) \right\} \end{aligned} \quad (13)$$

Замінюючи  $\Delta l_i = m\sqrt{2}$ , отримаємо

$$m_{pi}^2 = m^2 \left( \sum_{i=1}^n l_i^2 + 2m\sqrt{2} \sum_{i=1}^n l_i + 2m^2 n \right) = m^2 \sum_{i=1}^n l_i^2 + 2m^3 \sqrt{2} \sum_{i=1}^n l_i + 2m^4 n \quad (14)$$

У виразі (17) останні два члени є складовими похибок менше другого порядку малості, якими можна знехтувати. Тоді вираз (14) запишемо у вигляді

$$m_{pi} = m \sqrt{\sum_{i=1}^n l_i^2} \quad (15)$$

Аналізуючи останні 2 члени виразу (14) можна відмітити, що на лінії земельної ділянки, де межові знаки встановлені досить близько до прямої лінії, похибка другого члену суттєво зменшується і в повній мірі проявляється в кутах контуру, які є близькими до прямих кутів.

Якщо вимірювання координат на межових знаках виконуються за допомогою GPS (є рівноточними), то переходячи до середніх квадратичних похибок, приймаючи  $\Delta l_i = m$ , можна записати

$$m_{pi}^2 = \frac{1}{4} l_i^2 \times 2m^2 + \frac{1}{4} m^2 \times 2m^2 = \frac{1}{2} l_i^2 m^2 + \frac{1}{2} m^4. \quad (16)$$

Для всієї площі земельної ділянки

$$m_{pi}^2 = \sum_{i=1}^n m_{pi}^2 = \frac{1}{2} m^2 \sum_{i=1}^n l_i^2 + \frac{1}{2} n m^4, \quad (17)$$

або

$$m_{pi} = \frac{m}{\sqrt{2}} \sqrt{\sum_{i=1}^n l_i^2 + n m^2} = \frac{m}{\sqrt{2}} \sqrt{\sum_{i=1}^n l_i^2 \left( 1 + \frac{n m^2}{\sum_{i=1}^n l_i^2} \right)}. \quad (17)$$

Розкладаючи вираз (17) в біноміальний ряд та нехтуючи похибками вищих порядків, можна записати

$$m_{pi} = \frac{m}{\sqrt{2}} \sqrt{\sum_{i=1}^n l_i^2} + \frac{n m^3}{2 \sqrt{2} \sum_{i=1}^n l_i^2}. \quad (18)$$

Для практичної діяльності при обчисленні середньої квадратичної похибки земельної ділянки довільної форми цілком достатньо користуватись першим членом виразу (18), тобто

$$m_{pi} = \frac{m}{\sqrt{2}} \sqrt{\sum_{i=1}^n l_i^2}. \quad (19)$$

Для земельної ділянки, що має форму прямокутника отримаємо

$$m_{pi} = m \sqrt{l_1^2 + l_2^2}, \quad (20)$$

а для форми квадрата  $m_{pi} = ml\sqrt{2}$ , що враховано в таблиці.

**Висновки.** На великих площах (>1га) при наявності планів і карт масштабу 1:500 (або 1:1000) і невеликій вартості 1 сотки землі можна застосовувати механічний спосіб визначення площі.

Для більшості міських земельних ділянок, площа яких має 10-20 соток, відповідно до формул визначення похибки площі земельної ділянки при допуску не більше 1 м<sup>2</sup>, середня квадратична похибка визначення координат їх меж повинна мати значення ≤ 1 см, що відноситься до категорії точних вимірювань.

На точність визначення площі земельної ділянки будь-якої багатосторонньої форми впливає периметр і кількість межових знаків (немає залежності від площі). При цьому має значення метод визначення координат межових знаків: точніше визначаються координати методами GPS-вимірювань по відношенню до традиційних методів геодезичних робіт полігонометрії, теодолітних ходів та інше.

Настала необхідність прийняти єдину формулу для обчислення точності визначення площі земельної ділянки. Має сенс звернути увагу на формулу, запропоновану авторами цієї статті, перевага якої в тому, що в основу оцінки площі покладено не площу ділянки, а довжини сторін ділянки та похибки межових знаків. При цьому показано, що похибка довжин сторін має четвертий порядок малості і нею можна знехтувати.

Встановлюючи допустимі значення середньої квадратичної похибки визначення площ земельних ділянок необхідно враховувати можливість повторних визначень координат межових знаків для уточнення площі ділянки та її меж.

#### Список літератури

1. **Барановський В.** Топографо-геодезичне забезпечення ведення державного земельного кадастру. Визначення площ територій / **В.Д. Барановський, Ю.О. Карпінський, А.А. Ляшенко** // Сер. "Геодезія, картографія, кадастр". – К., 2009. – 92 с.
2. **Боровий В.О., Олінович А.С., Іванченко О.В. Сидоренко В.Д.** До питань формування нормативно-правової бази обороту (купівлі-продажу) земель та особливості оцінки земельних ділянок с/г призначення. Вісник Криворізького технічного університету, 2012. - С.
3. **Гладкий В.И.** Кадастровые работы в городах: учебное пособие. – Новосибирск, 1998. – 280 с.
4. **Губар Ю.** Визначення необхідної точності координат межових знаків для оцінки земель населених пунктів. / **Ю. Губар** // Геодезія, картографія і аерофотознімання : міжвідомчий науково-технічний збірник : Випуск 74 / Національного університету "Львівська політехніка"; відповідальний редактор К. Р. Третяк. - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. - с. 170. - С. 132-135.
5. **Дутчин М.** Дослідження точності визначення площ земельних ділянок з врахуванням кількості контурних точок та їх розташування / **М. Дутчин, І. Біда, Г. Мельниченко** // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: 36. наук. праць. - Л, 2009. - Вип. I (17). - С. 301-308.
6. **Киселев М.И., Михелев Д.Ш.** Геодезия, 2-е издание, - М., Издательский центр «Академия», 2004. – 384 с.
7. **Малашевський М.А.** Методика визначення площ земельних ділянок з урахуванням рельєфу. Науково-технічний збірник «Інженерна геодезія» № 56, 2011
8. **Маслов А.В.** Способы и точность определения площадей. М: Геодезиздат, 1955.
9. **Рябчий В.А.** Встановлення точності визначення площ земельних ділянок під малими об'єктами нерухомості / **В.А. Рябчий, В.В. Рябчий, О.Янкін** //Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. - 36. наук. праць. Львів, 2010. Вип. II (20). - С. 204-208.
9. **Рябчий В.В.** Визначення допустимих значень середніх квадратичних похибок площ земельних ділянок за межами населених пунктів. / **В.В. Рябчий, М.В. Трегуб** // Геодезія, картографія і аерофотознімання : міжвідомчий науково-технічний збірник : Вип. 74 Національного університету "Львівська політехніка"; відповідальний редактор **К.Р. Третяк.** - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. - С. 136-142.
10. **Смірнов Є. І.** Точність визначення площ земляних ділянок місцевості / **Є. І. Смірнов** // Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні та лісовпорядкуванні : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції – Ужгород, 2008. – С. 60-62.
11. **Смірнов Є.І.** Щодо точності визначення площ аналітичним способом / **Є.І. Смірнов** // Геодезія, картографія і аерофотознімання : міжвідомчий науково-технічний збірник : Випуск 74 / Національного університету "Львівська політехніка" ; відповідальний редактор **К. Р. Третяк.** - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. - 170 с. - С. 142-145.
12. **Юнусов А.Г., Беликов А.Б., Баранов В.Н., Каширкин Ю.Ю.** Геодезия: Учебник для вузов. М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2011. 409 с.

Рукопис подано до редакції 05.04.12

**Збірник наукових праць**

*В і с н и к*  
*Криворізького національного університету*

**Випуск 33**

Редактор, коректор  
Комп'ютерний набір, верстка

Наумова Н.В., Тумасова О.Г.  
Самойлюк О.Г.

Здано в набір 23.01.12. Підписано до друку 26.04.12 за рекомендацією Вченої Ради  
ДВНЗ «Криворізький національний університет», протокол № 5.  
Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 42,1 Тираж 150 прим.  
Замовл. № 4. Укр., рос.

*Адреса видавництва:*  
50027, Кривий Ріг, вул. ХХІІ партз'їзду, 11  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ДВНЗ «Криворізький національний університет»  
2012. Вип. 33. 3-347.

*Надруковано:*  
ФОП Бурова Оксана Анатоліївна  
Свідоцтво ДП № 159-р від 26.03.13.  
50084 м. Кривий Ріг, мікр. Ювілейний, 10/104  
Тел. 401-04-29