

УДК 528.4

Кузмич О.Й., Ліщук В.А.

ПОБУДОВА ТОЧНОСТНОЇ МОДЕЛІ ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩ В ЗЕМЕЛЬНОМУ КАДАСТРІ: НАПРЯМКИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ

Постановка проблеми. Керівним документом в галузі інвентаризації земель населених пунктів є *Положення про земельно-кадастрову інвентаризацію земель населених пунктів, затверджена наказом Державного комітету України по земельних ресурсах від 26 серпня 1997 року № 85* [3], метою якого є нормативно-правове забезпечення виконання наступних завдань: створення інформаційної бази для ведення державного земельного кадастру; регулювання земельних відносин; раціонального використання земельних ресурсів; охорони земельних ресурсів; оподаткування земель.

Для забезпечення адекватної якості виконання вищезазначених завдань в процесі проведення інвентаризації земель у [3] визначено:

- вимоги, щодо точності виконання земельно-кадастрових знімачь;
- вимоги, щодо встановлення точностних характеристик земельно-кадастрових знімачь;
- вимоги, щодо обліку кількості і якості земель;
- посилення на інші регулюючі документи (інструкції, БНП).

Головним недоліком Положення є його занадто високий ступінь прив'язаності до застарілих технологій, що знаходить своє відображення у неактуальних вимогах до точності та до постановки вимог.

1. „Основним фактором, що визначає усі параметри земельно-кадастрових зйомок, є вимоги до точності та детальності відображення кадастрових об'єктів” [3].

Застарілість цього положення виражена у прив'язаності до твердих носіїв, а не принципу економічної доцільності і технічних можливостей (данні повинні зберігатися у базі даних (БД). Тобто за [3], точність виконання земельно-кадастрових робіт залежить від заздалегідь встановленого масштабу картографічного матеріалу, що є наслідком широкого поширення в недалекому минулому картометричних робіт (виконання вимірів на картах і планах). При цьому [3] автоматично відкидається: вплив економічних факторів – можливі втрати деякої суми грошей спричинені завищеними, або заниженими точностними характеристиками знімачь; і доцільність використання здобутків сучасних інформаційних технологій – можливість запису результатів знімачь до БД. На практиці, масштаби карт і планів повинні опосередковано, через точність знімачь, залежати від економічних показників. А економічні показники, в свою чергу, не є величинами стабільним та постійними.

2. „Ці вимоги (вимоги, щодо параметрів земельно-кадастрових зніманих – прим. авт.), у свою чергу, визначаються цільовим призначенням, якістю земель і максимальними можливостями відображення в плані облікової одиниці площі” [3].

Абсолютно справедливою була б постановка параметрів і точностних характеристик зніманих в залежність від цільового призначення і якості земель, але ж на справді огляд нормативної літератури показує, що дана вимога носить лише декларативний характер і абсолютно не закріплена жодними інструкціями, БНПами, та іншими нормативними документами у вигляді конкретних вимог, що б могли бути виконанні при земельно-кадастрових зніманнях.

Виходом із даної ситуації може бути перехід від врахування цільового призначення і якості земель, як деяких показників, до врахування вартості одиниці площі земельної ділянки даної конфігурації у даному місці. Справедливість такого підходу підтверджується тим фактом, що вартість одиниці площі земельної ділянки вже враховує цільове призначення, якість земель, місце розташування і безліч інших параметрів, а така комплексність параметру „вартості одиниці площі” позбавляє нас від надлишкових обчислень пов’язаних з пофакторним врахуванням вищезазначених параметрів (цільового призначення, якості земель та ін.).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. *Обґрунтування точності визначення площ землеволодіння та землекористувань є складовою частиною більш загальної проблеми удосконалення методів обчислення площ, оцінки їх точності.* Оскільки обґрунтування точності є комплексною задачею, що повинна забезпечити ряд потреб та задовольнити ряд вимог: економічного, інженерно-фізичного, інструментального, правового характеру та беручи до уваги, що більшість науковців, які займалися цим питанням мали досить вузький профіль, то стає зрозумілим чому склалося декілька різних і відокремлених напрямів розв’язання задачі *обґрунтування точності визначення площ:*

1. Економічне розв’язання задачі запропоноване А.С. Ярмоленко, П.Ф. Парадня [5] полягає у порівнянні прибутку, що потенційно може бути отримане від використання землеволодіння (землекористування) з витратами на проведення комплексу топографо-геодезичних робіт по формуванню землеволодіння (землекористування) використовуючи при цьому зв’язок, що існує між вартістю робіт по координуванню меж ділянки та точністю їх визначення. Наближалися у своїх дослідженнях до економічного обґрунтування Б.Н. Дьяков [6], С.А.Боев, О.В. Ціпенко [8], а власне пропозиції щодо оцінки точності розрахункової вартості земельної ділянки при використанні принципу

рівних впливів ([6]) та постулатів теорії похибок ([6], [8]) можна використати для визначення граничних значень точності обчислення площ. Єдиною неузгодженістю такого підходу може бути те що метод рівних впливів немає під собою жодного фізичного підґрунтя, що є принциповим для економічної науки.

2. Інженерно-фізичне обґрунтування пов'язане з редукуванням площ та обчислення денної поверхні земельних ділянок. Поправка за редукацію, та різниця між денною поверхнею та геодезичною площею за своїми абсолютними та відносними величинами при використанні принципу рівних впливів досить адекватно відображають інтервал допустимих значень для точності визначення площ. Серед таких вчених А.В. Никитин [7], А.В. Виноградов [4].

3. Соціально-правове обґрунтування у вирішенні задачі залишається не дослідженим. Правовий підхід передбачає вивчення досвіду законодавства інших країн та ставлення вітчизняних громадян, щодо можливості спростити процедуру встановлення меж землеволодінь (землекористувань) з метою економії ресурсів необхідних для проведення комплексу топографо-геодезичних робіт при можливості на стільки на скільки це дозволяють правові ризики пов'язані із потенційною можливістю підвищення кількості позовів спричинених занадто спрощеною процедурою встановлення меж землеволодінь (землекористувань). Серед закордонних авторів, правовому аспекту присвятив свою діяльність David J POWELL [11].

4. Інструментальне обґрунтування, також є практично не розробленим. Існує безліч робіт присвячених геодезичним приладам, але із необхідністю вирішення прямої задачі статистичної теорії похибок (обчислення точності визначення площі, використовуючи значення точності земельно-кадастрових знімів) стосовно площ землеволодінь (землекористувань), то виявляється, що абсолютна більшість поважних вчених апріорно впевнена у зайвості таких обчислень, навіть для підтвердження власної точки зору.

Постановка завдання. Слід вирішити задачу виокремлення і деталізації чинників, що безпосередньо впливають на вирішення проблеми обґрунтування точності обчислення площі і визначення положення межових знаків. Для цього слід виконати огляд передових досліджень пов'язаних з можливістю комплексного інженерно-фізичного, економічного, соціально-правового та інструментального підходу до коректного встановлення точностних параметрів обчислення площ, що є важливими кроком на шляху адаптації нормативного забезпечення на теоретичному рівні земельно-кадастрових знімів у сучасних ринкових умовах.

Основний матеріал дослідження. Обґрунтування точності визначення площ землекористувань і землеволодінь є комплексною задачею, що як зазначалося вище, на сьогодні повинна включати: економічне; інженерно-фізичне соціально-правове та інструментальне обґрунтування. Але перш, ніж розглянути сучасні методи обґрунтування, ми вирішили звернутися до генезису проблеми обґрунтування точності визначення площ землеволодінь та землекористувань і точності координування їх меж.

Історія виникнення і методів вирішення проблеми обчислення площ та оцінки їх точності. Звертаючись до генезису проблеми слід зауважити, що в найдавніших вітчизняних літописах немає свідчень про те як проводився відвід і розділ земель, можна лише вважати, що він відбувався без застосування будь-якого інструменту. Деякі записи свідчать про те, що ділянки які відводилися характеризувались переліком угідь, що знаходились на їх території. Із стародавніх літописів можна встановити, що руські князі робили докладні описи поземельних володінь для правильної розкладки податків, повинностей і дані.

Першою одиницею площі на території сучасної України, що з'являється під кінець татаро-монгольського володарювання, і пов'язана з мірою довжини, була десятина; вона проіснувала біля шести століть і мала розмір 50*50 сажнів (1,7 га).

Зростання цінності землі призвело до необхідності регулювати землеволодіння і точнішого розмежування землеволодінь. До того часу відносяться свідоцтва про існування „меж” на кордонах удільних князівств.

Питання про проведення межування з метою кінцевого закріплення прав землеволодіння постало у XVII ст. Тому у 1680 році був виданий „Писцовий наказ”, що приписував валове межування: „Щоб не було неописаних і не межованих земель та угідь”. В 1683 році деякі положення валового межування були відмінені новим наказом у зв'язку з відсутністю технічних засобів і грошей достатніх для цього межування. Однак було визначено, що лише задоволення потреб окремих землевласників унеможливлують влаштування земельних справ в державі, тому у 1684 році був виданий наказ про проведення загального валового межування з перевіркою прав кожного власника земель. Для обчислення площ писці міряли землю двома видами мотузок: для длінників - 80 сажень, для поперечників – 30 сажень. Таким чином площі угідь прирівнювались до однієї з простих геометричних фігур по формулі площі прямокутного трикутника. При цьому прямий кут визначався приблизно.

Роблячи екскурс до світової історії проблематики визначення площ, зокрема площ великих розмірів, то вона налічує більш ніж 300 років. В 1656 році Мелін (Malynes) зробив спробу визначити розміри країн через їх площу на

карті (що знаменувало винайдення картометричного способу визначення площ). Визначення Меліна були досить неточними і містили грубі помилки, що пояснювалося методичними помилками. Приблизно в той же час для вимірювання площ стали застосовувати геометричні методи: розбиття території країн на геометричні фігури і обчислення їх площ (Річчіолі в Італії, Граунт в Англії). В кінці XVII ст. Галлей запропонував для визначення площ застосовувати метод зважування. В кінці XVIII ст. була винайдена палетка, яка знайшла широке застосування в землемірній геодезії, а дещо пізніше і в картометричних роботах.

Серед закордонного історичного досвіду, досить близьким є історія питання Австро-Угорської імперії. Австрійські кадастрові карти зазвичай виконувалися у масштабі 1:2880, для частини гірських районів масштаб складання карт був 1:5760, для найбільших міст 1:1440, а іноді (хоча й дуже рідко) 1:720. Такі нетипові знаменники масштабів були спричинені специфікою віденської системи мір. Масштаб встановлювався таким чином аби 40 віденським сажням на місцевості відповідав один дюйм на карті, або 2880 дюймів на місцевості відповідали одному дюйму на карті. Метрична система була запроваджена в Австро-Угорщині у 1897 році.

Віденську систему мір, що використовувалася до запровадження метричної системи легше зрозуміти у порівнянні з метричною (Табл. 1)

Таблиця 1. Віденська система мір довжини та площі.

№	Одиниця виміру	Значення порівняно із базовою одиницею
Міри довжини (відповідає 1 сажню)		
1.1	фут	6
1.2	дюйм	72
1.3	метр	1,89
Міри площі (відповідає 1 квадратному сажню)		
2.1	гектар	0,00036

Першим вченим, який врахував стиснення Землі при вимірювання по великомасштабних картах і вивів формулу для визначення площі поясу сфероїда був російський вчений В.Л.Крафт (1787 р.). Не дивно, що Крафт був одним із перших, хто досить точно (для свого часу) вирахував площу Росії. Вимірювання площ по зонах із застосуванням геометричного способу було запропоновано видатними вченими: Ф.Струве і Г.Швейцер.

Крім того, обчисленням площ в Росії активно займалися вчені Ф.І.Шуберт, Н.Е.Зернов, І.А.Стрельбицкий, А.А.Тилло, Ю.М.Шокальський та інші.

У ХХ ст. з розвитком техніки та технологій відбулися суттєві зміни у методиці, обсягах та точності обчислення площ. Вагомий внесок у створення нових методів та методик здійснили Н.М.Волков, В.Н.Ганьшин, Н.Н.Галанин, А.В.Гордеев, Ю.Г.Батраков, В.И.Гладких, Б.Н.Дьяков, Ю.К.Неумывакин, В.И.Баландин, У.Д.Самратов, А.В.Виноградов, К.А.Зыков, Е.Б.Трескунов, А.А.Фостиков, А.В.Никитин, Д.Ш.Михелев (прізвища надані мовою оригіналу).

Вагомий внесок в розробку методики геодезичних робіт при землеустрої внесли відомі вчені А.В. Маслов, Г.И. Горохов, Э.М. Ктиторов, А.Г. Юнусов. Вклад цих авторів полягав у детальному дослідженні таких важливих галузевих питань як: обчислення площ сільськогосподарських угідь; оцінка їх точності; методи і прийоми проектування при землеустрої; методика винесення проектів землеустрою на місцевість (в натуру); точність геодезичних робіт при проведенні землеустрою. В працях Ю.К.Неумывакина; М.И. Перского, В.А. Курочкина досліджувалися задачі вирівнювання результатів геодезичних вимірів для землеустрою, принципів та методів автоматизації вимірювання площ ділянок, основні принципи визначення місцезнаходження кутів повороту меж земельних ділянок тощо.

Багато українських науковців присвятили значну увагу вирішенню проблеми удосконалення методів обчислення площ, оцінки їх точності для забезпечення потреб землеустрою та земельного кадастру: В.М.Сердюков, П.І.Баран, Р.М.Літнарів, В.Д.Барановський, П.Г.Черняга, А.Л.Церклевич.

З розвитком комп'ютерної техніки, геодезичні роботи при землеустрої, зокрема кадастрові знімання та картометричні роботи стали базуватися на цифрових даних, цифрових моделях місцевості, тощо. Вдосконаленню методів визначення площ на основі комп'ютерних технологій присвятили праці В.И.Баландин, В.Д.Барановський, М.Я.Брын, А.В.Юськевич та ін.

Обґрунтування точності визначення площ земельних ділянок (Рис. 1):

Економічне обґрунтувань засноване на: тотожності впливів похибки визначення площі і суми грошей, що може бути співвіднесена із площею що дорівнює похибці визначення площі. Постановку задачі можна зробити більш об'єктивною шляхом визначення економічного ефекту спричиненого похибкою визначення площі при найбільш ефективному використанні цієї площі (дохідний метод, затратний метод). Наприклад визначити вартість житлових приміщень, які можна було б добудувати за рахунок втрачених (доданих) площ, і виходячи із обчислених збитків приймати рішення (тобто, обчисливши вартість поліпшень, що можуть бути створені на площі рівній m_p).

Інженерно-фізичне обґрунтування полягає в: знаходженні фізичних аналогів, відносно яких можна визначити рівень суттєвості похибки визначення площі.

Інструментальне обґрунтування полягає у: обґрунтуванні можливості забезпечення деякої точності обчислення площ при використанні приладів з визначеними точностними характеристиками.

Соціально-правове обґрунтування полягає у: використанні досвіду інших держав закріпленого нормативно-правовими актами, щодо точності встановлення меж і визначення площ земельних ділянок.

Основними обмежуючими умовами, щодо точності визначення площ є те, що площу не можна (або не є доцільним) обчислювати точніше, ніж:

- дозволяє точність мірних приладів;
- визначає принцип економічної доцільності (вартість геодезичних робіт повинна бути більшою або рівною від втрат спричинених похибкою визначення площ);
- визначає принцип забезпечення гомогенності покриття.

Ми пропонуємо розглянути задачу побудови точностної моделі для площ землеволодінь (землекористувань) у проекції Гауса-Крюгера з одночасним врахуванням усіх трьох „обмежуючих умов” наведених вище. У формалізованому вигляді ці умови виглядають так (1):

$$\left. \begin{aligned} m_{\text{тех}} &= \max \geq m_P \geq m_{\text{тех}} \approx 0 \\ m_{\text{екон}} &= \max \geq m_P \geq m_{\text{екон}} \approx 0 \\ m_{\text{прил}} &= \max \geq m_P \geq m_{\text{прил}} = \min \end{aligned} \right\} (1)$$

де m_P - шукане значення СКП обчислення площі; $m_{\text{тех}}$ - СКП обчислення площі що дозволяється принципом забезпечення гомогенності покриття; $m_{\text{екон}}$ - СКП обчислення площі що дозволяється принципом економічної доцільності; $m_{\text{прил}}$ - СКП обчислення площі що дозволяє точність мірних приладів. Тобто:

$$\left(m_{\text{тех}} \cup m_{\text{екон}} \cup m_{\text{прил}} \right) \geq m_P (2)$$

Таким чином граничною (нижньою) межею точності буде встановлене таке $m_{\text{тех}} = \max$, $m_{\text{екон}} = \max$ або $m_{\text{прил}} = \max$ значення якого буде найменшим (2), а верхньою (умовною, оскільки воно необхідне лише для розрахунків кількості класів і гранично допустимої точності кожного класу) межею точності можна вважати $m_{\text{прил}} = \min$.

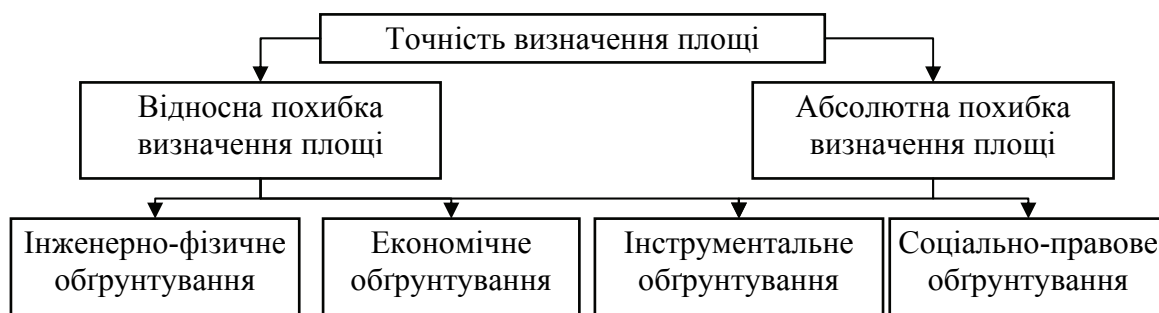


Рис. 1 Задача побудови точностної моделі обчислення площі земельних ділянок

Задача побудови точностної моделі обчислення площі земельних ділянок розкладається на дві частини: визначення допустимої відносної похибки обчислення площі і визначення абсолютної похибки обчислення площі, після чого зробивши порівняння результатів можна зробити висновки і прийняти рішення про допустимі значення середньоквадратичних похибок визначення площ. Якщо ми перейдемо до вирішення задачі обґрунтування, то її можна сформулювати графічно наступним чином (Рис. 2).



Рис. 2 Схема побудови точностної моделі визначення площ

Інженерно-фізичне обґрунтування. Задача вирішується у 6 етапів:

1. Вибір математичної моделі, що буде взята за основу для подальших обчислень.

2. Розкладання математичної моделі на компоненти і з'ясування впливу кожної компоненти на кінцеве значення.

3. Визначення інтервалу допустимих значень відносної точності обчислення площі (встановлення нижньої граничної межі відносної точності).

4. Обчислення коефіцієнту підвищення точності, і визначення кількості класів точності площі і граничних нижніх значень для кожного класу (головним

завданням тут є не визначення кількості класів, а прив'язка граничних значень класів до математичної моделі).

5. Обчислення точності визначення положення межових знаків землеволодінь та землекористувань, шляхом вирішення оберненої статистичної задачі теорії похибок.

6. Встановлення допустимих параметрів земельно-кадастрових знімачів із вирішення оберненої статистичної задачі теорії похибок, використовуючи у якості вихідних даних нижні граничні значення точності положення межових знаків землеволодінь та землекористувань.

Економічне обґрунтування. Можна виділити три підходи до економічного обґрунтування точності визначення площ земельних ділянок: дохідний (Д), затратний (З), порівняльний (П). Вирішення ж задачі виконуватиметься за такою ж схемою як і при інженерно-фізичному обґрунтуванні, але для кожного підходу (Д, З, П) окремо.

Інструментальне обґрунтування. Інструментальне обґрунтування доцільно виконувати для перевірки можливості виконання вимірів на рівні точності достатньому для забезпечення необхідної точності обчислення площ. Задача вирішується у два етапи. На першому визначається максимально можлива точність визначення площ земельних ділянок і координування їх меж (у якості вихідних даних використовуються точнісні характеристики геодезичних приладів). На другому етапі виконується вирішення оберненої статистичної задачі теорії похибок де знаходяться допустимі інтервали СКП вимірювання кутів та довжин сторін із визначених значень СКП положення межових знаків та визначаються класи приладів, що можуть забезпечити відповідну точність вимірювання.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У статті насамперед ми запропонували новий комплексний (багатофакторний) підхід до вирішення поставленої задачі. Було вирішено задачу виокремлення параметрів, що безпосередньо впливають на вирішення проблеми обґрунтування точностних параметрів обчислення площ і СКП визначення положення межових знаків (Табл. 2).

Таблиця. 2 Деталізація задачі розрахунку точностної моделі обчислення площі земельних ділянок

№	Тип фактору	Позначення	Пояснення до облікової одиниці
1	Інженерно-фізичний	$\Delta P_{Ел}, \Delta P_{Рел}$	Поправка за перехід на поверхню еліпсоїда та поправка за середню відмітку відповідно.

№	Тип фактору	Позначення	Пояснення до облікової одиниці
		$\Delta P_{Сф}$	Поправка за перехід на поверхню сфери
		$\Delta P_{Фіз}$	Поправка за перехід від геодезичної до фізичної площі (денної поверхні).
2	Економічний	$\Delta P_{Дох}$	Похибка за доходним підходом
		$\Delta P_{Вит}$	Похибка за затратним підходом
		$\Delta P_{Пор}$	Похибка за порівняльним підходом
3	Інструментальний	$\Delta P_{Прил}$	Похибка – функція точності лінійних та кутових вимірювань геодезичними приладами
4	Соціально-правовий	$\Delta P_{СП}$	Похибка, що визначається як аналогічна у нормативно-правових актах інших держав

У наступних дослідженнях плануємо побудувати комплексну математичну модель, що дасть можливість розрахувати точностну модель для визначення площ.

ЛІТЕРАТУРА

- 1 *Інструкції про порядок складання, видачі, реєстрації і зберігання державних актів на право приватної власності на землю, право колективної власності на землю, право власності на землю і право постійного користування землею, договорів на право тимчасового користування землею (в тому числі на умовах оренди) та договорів оренди землі" (із змінами), реєстрація Мін'юсту України 04.06.1999 за № 354/3647.*
- 2 *Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98) Затверджена наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру України від 9 квітня 1998 року № 56- інформаційно-правова бібліотека „Експерт-Юрист”*
- 3 *Положення про земельно-кадастрову інвентаризацію земель населених пунктів. Затверджено наказом Державного комітету України по земельних ресурсах від 26 серпня 1997 року № 85- інформаційно-правова бібліотека „Експерт-Юрист”*
- 4 **Виноградов А.В.** *Анализ вычисления площадей объектов на некоторых поверхностях// Геодезия и картография. – 2006. - №8. – С. 10 – 18.*
- 5 **Ярмоленко А.С., Парадня П.Ф.** *Экономический подход к*

- обоснованию точности геодезических работ при межевании земель// Геодезия и картография. – 1999. - №7. – С. 41 – 43
- 6 **Дьяков Б.Н.** *Об оценке точности расчётной стоимости земельного участка*// Геодезия и картография. – 2001. - №3. – С. 51 – 52
- 7 **Никитин А.В.** *Определение фактической площади земельных участков*// Геодезия и картография. – 2005. - №1. – С. 37 – 39
- 8 **Лященко А.А., Босв С.А., Ціпенко О.В.** *Практика застосування та шляхи удосконалення методичних підходів щодо нормативної грошової оцінки земель населених пунктів*// Містобудування та територіальне планування – 2002. №12. – С. 69 – 79.
- 9 **Куліков П.М., Кузьмич О.Й., Ліщук В.А.** *Генезис земельних відносин в Україні і їх вплив на формування сучасних земельних відносин* Містобудування та терит. планув. – 2005. – Вип. 21. – С. 140-149
- 10 **Кузьмич О.Й., Ліщук В.А.** *До питання нормативного регулювання точності визначення площ земельних ділянок, на прикладі земельних ділянок простої конфігурації*// Містобудування та терит. планув. – 2007. – Вип. 26. – С. 91-100.
- 11 **David J POWELL**, FRICS, MAE Chairman of the Geomatics Faculty of the R.I.C.S., United Kingdom, Boundary Dispute Resolution in England & Wales -Surveyors and Lawyers Working Together to Resolve Problems, International Federation of Surveyors, February 2005

Анотація

У статті вирішено задачу виокремлення і деталізації чинників, що безпосередньо впливають на вирішення проблеми обґрунтування точностних характеристик обчислення площі і точності визначення положення межових знаків. Виконано огляд історії виникнення проблеми і передових досліджень пов'язаних з можливістю комплексного інженерно-фізичного, економічного, соціально-правового та інструментального підходу до коректного встановлення точностних параметрів обчислення площ і визначення положення межових знаків.

Аннотация

В статье решена задача выделения и детализации факторов, которые непосредственно влияют на решение проблемы обоснования точностных характеристик вычисления площадей и точности определения положения межевых знаков. Выполнено изучение истории возникновения вопроса и передовых исследований связанных с возможностью комплексного инженерно-физического, экономического, социально-правового и инструментального подхода к корректному определению точностных параметров вычисления площадей и определения положения межевых знаков.