

528 (043)  
H56

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**НЕСТЕРЕНКО ОЛЕНА ВІКТОРІВНА**

+006(043)

УДК 528.003.1, 528.001.89

H56

**МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ СЕРТИФІКАЦІЇ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНОЇ  
ПРОДУКЦІЇ В УКРАЇНІ**

**05.24.01 – Геодезія, фотограмметрія та картографія**

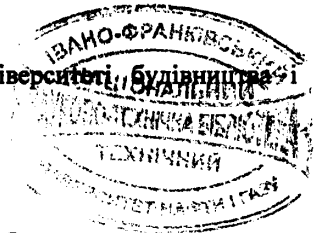
**АВТОРЕФЕРАТ**

**дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук**

Київ – 2010

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Київському національному університеті будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України



**Науковий керівник:**

доктор технічних наук, професор **Карпінський Юрій Олександрович**,  
Київський національний університет будівництва і архітектури, завідувач  
кафедри геоінформатики і фотограмметрії.

**Офіційні опоненти:**

доктор технічних наук, професор **Гладких Ігор Іванович**,  
Одеська національна морська академія, декан факультету «Судноводіння на  
морських і внутрішніх водних шляхах», завідувач кафедри «Гідрографії і  
морської геодезії»,

кандидат технічних наук, **Кучер Олег Васильович**,  
Науково-дослідний інститут геодезії і картографії, перший заступник  
директора.

Захист відбудеться "3" зрудня 2010 р. о 14 годині на засіданні  
спеціалізованої вченої ради Д 26.056.09 у Київському національному  
університеті будівництва і архітектури за адресою: 03680, м. Київ,  
Повітрофлотський проспект, 31, ауд. 466.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Київського  
національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03680,  
м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31.

Автореферат розісланий "2" листопада 2010 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради  
кандидат технічних наук, доцент

Handwritten signature of O.P. Isaev in black ink.

О.П. Ісаєв



an2143

## АЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**ли.** Зростання ролі стандартизації та удосконалення технічного регулювання в сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності визначається значним розширенням галузей застосування топографо-геодезичної, картографічної, а особливо геоінформаційної продукції для планування, прогнозування та підтримки прийняття рішень в найважливіших сферах суспільної діяльності, зокрема в таких як: економіка, політика, безпека, екологія, оборона, транспорт, зв'язок, містобудування, охорона здоров'я, освіта, управління природними та матеріальними ресурсами. Сучасний етап розвитку геоінформатики в Україні характеризується становленням ринкових відносин між виробниками топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції та її споживачами, які також потребують якісно нового нормативно-технічного урегулювання у відповідності з прийнятими законами України «Про стандартизацію», «Про підтвердження відповідності», «Про акредитацію органів з оцінки відповідності» та «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності». Цими законами в Україні започаткована принципово нова національна система стандартизації, сертифікації та технічного регулювання, яка гармонізована з відповідними документами міжнародних організацій з стандартизації, Європейського Союзу (ЄС), Світової Організації Торгівлі (СОТ), зокрема, з вимогами угод СОТ про усунення технічних бар'єрів в торгівлі. Таке реформування національної системи стандартизації і сертифікації відноситься до найважливіших складових комплексу заходів інтеграції України в Європейський Союз. Вперше у вітчизняній стандартизації вводяться нові категорії нормативних документів, а також нові правила та механізми підтвердження відповідності і сертифікації. Особливо актуальним питання впровадження нових механізмів підтвердження відповідності і сертифікації є для продукції, яка може скласти ризик для безпеки життєдіяльності людей і навколишнього середовища. Сьогодні в Україні, в галузі топографо-геодезичної і картографічної діяльності, діє нормативно – технічна документація в сфері якості, яка була розроблена в СРСР і свого часу повністю відповідала рівню науково-технічного розвитку топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції. Формування системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції розглядається, як складний проект і одним із способів успішної реалізації цього проекту є залучення і використання значних науково-технічних досягнень з інших областей знань, зокрема економіко-математичних методів управління, основних методів управління проектами, методів нечіткої логіки. Технічне регулювання в сфері якості продукції в сучасних умовах має три форми застосування: *оцінка відповідності* – доказування, що встановлені вимоги до продукції, процесу або системи виконано шляхом випробування, контролю або сертифікації; *декларування відповідності* – процедура за допомогою якої виробник під свою повну відповідальність документально засвідчує, що продукція відповідає встановленим законодавством вимогам; *сертифікація* – процедура, за допомогою якої визнаний у встановленому порядку орган документально засвідчує відповідність продукції, систем якості, систем управління якістю встановленим законодавством вимогам.

Теоретичну основу дисертаційного дослідження у розробленні методичних основ створення системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції склали наукові праці вітчизняних та зарубіжних вчених в сфері оцінки якості продукції картографо-геодезичного виробництва. Питанням

реформування сфери стандартизації і сертифікації продукції топографо-геодезичної і картографічної діяльності, відповідно до вимог чинного законодавства і міжнародних нормативних документів, присвячені роботи таких вітчизняних і зарубіжних вчених як Карпінський Ю.О., Лященко А.А., Марков С.Ю., Адрианов В.Ю., Лимонтов Л.Я., Самсонов О.К., Елесин Г.С., Плешков В.Г., Соколов А.Б., Максимова Т.Н., Крюков А.М., Рогачев А.В., Забнев В.И., Петровский В.Н, Андреас Иллерт, Манфред Митл-Бох, Бернард Ресах, Адальберто Валтега.

У дисертації викладений авторський підхід в процесі розробки загальних теоретично-методичних основ створення системи сертифікації, розроблені основні моделі подання системи сертифікації, які розкривають її основні властивості, ключові аспекти діяльності; проведений розрахунок оцінки загального ризику продукції картографо-геодезичної галузі для безпеки життєдіяльності людей та навколишнього середовища, на основі використання апарату нечіткої логіки; проведено визначення найвпливовіших факторів на оцінку загального ризику топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції, обґрунтовано використання апарату нечіткої логіки в подальшому для проведення оцінки якості окремих видів продукції.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Обраний напрям досліджень пов'язаний з реалізацією завдань: Державної науково-технічної програми розвитку топографо-геодезичної діяльності та національного картографування на 2003 – 2010 роки, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів від 16 січня 2003р. №31, науково-технічними планами на 2007 – 2010 роки Технічного комітету стандартизації ТК 103 «Географічна інформація / Геоматика» Держспоживстандарту України.

**Мета і задачі дослідження.** Метою роботи є вирішення наукового завдання з розроблення теоретико-методичних основ системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції для забезпечення більш широкого застосування її в різних сферах суспільного життя; забезпечення відповідного рівня якості продукції, підвищення рівня конкурентоспроможності вітчизняного виробника в сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності; створення умов для виробництва високоякісної продукції картографо-геодезичної галузі.

Для досягнення поставленої мети в роботі поставлені та виконані такі *завдання*: проведено загальний аналіз існуючого стану законодавчого і нормативного забезпечення сфери оцінки якості топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції та виявлено тенденції переходу від галузевих систем оцінки якості продукції до загальних; переходу від стандартизації технологій до стандартизації вимог до кінцевої продукції;

розроблено модель UML-діаграми станів визначення інформації про якість топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції на основі використання стандартів серії ISO19100 «Географічна інформація. Геоматика», а саме ISO 19113 «Принципи оцінки якості» та ISO 19114 «Процедури оцінки якості», яка забезпечує контроль якості продукції, що випробовується на кожному етапі проведення випробувальних робіт;

розроблено операційну модель системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції, яка враховує всі можливі маршрути процесу сертифікації, включаючи основний етап – проведення випробувальних робіт продукції;

розроблено математичну модель системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції на основі методів лінійного програмування, що представлена у вигляді оптимізаційної задачі, цільовою функцією якої є досягнення максимуму економічної ефективності функціонування системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції ; проведено визначення оцінки загального ризику топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної для безпеки життєдіяльності людей і навколишнього середовища з метою визначення видів і форм продукції для обов'язкової сертифікації;

розроблено теоретико – методичні рекомендації по впровадженню отриманих результатів при створенні на базі фотограмметричного полігона ДЗЗ випробувальної лабораторії з проведення сертифікаційних робіт.

*Об'єктом дослідження* дисертаційної роботи є заходи, що здійснюються в процесі підтвердження відповідності продукції, систем якості та систем управління якістю.

*Предметом дослідження* дисертаційної роботи є комплекс робіт по формуванню та розвитку системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції.

*Методи дослідження.* При виконанні роботи були застосовані методи теоретичних досліджень – формалізація, моделювання, методи дискретної математики та теорії графів, методи лінійного програмування, основних засобів нечіткої логіки, методів концептуального моделювання з використанням мови UML (уніфікована мова моделювання) та основні методи управління проектами.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Вирішено наукове завдання розроблення теоретичних основ для створення системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції та отримано наступні нові результати:

1. Обґрунтовано необхідність переходу від існуючого порядку приймання та контролю топографо-геодезичних та картографічних робіт до розвитку системи сертифікації на основі гармонізації та впровадження міжнародних стандартів серії ISO 19100 „Географічна інформація. Геоматика”

2. Створена модель UML-діаграми станів визначення інформації про якість топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції на основі положень стандартів ISO 19113 «Принципи оцінки якості» і ISO 19114 «Процедури оцінки якості», серії ISO 19100 «Географічна інформація. Геоматика».

3. Запропоновано операційну модель системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції, яка враховує всі можливі маршрути процесу сертифікації, включаючи основний етап – проведення випробувальних робіт продукції.

4. Вперше розроблено математичну модель системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції на основі методів лінійного програмування. Модель представлена у вигляді оптимізаційної задачі, цільовою функцією якої є знаходження максимуму ефективності функціонування системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції.

5. Вперше розроблено математичну модель обґрунтування видів і форм топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції для обов'язкової сертифікації на основі визначення оцінки загального ризику цієї продукції для безпеки життєдіяльності людей та навколишнього середовища, за допомогою методів нечіткої логіки.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджена результатами використаних аналітичних методів дослідження, методів лінійного програмування, використанням основних засобів нечіткої логіки, методів концептуального моделювання з використанням мови UML, практичним застосуванням розроблених теоретично – методичних основ при створенні на базі фотограмметричного полігону ДЗЗ випробувального центру.

**Практичне значення одержаних результатів.** Теоретичні дослідження автора доведено до практичних рекомендацій створення системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції на базі фотограмметричного полігону ДЗЗ Державної служби геодезії і картографії України.

**Особистий внесок здобувача.** Всі нові наукові результати, викладені в дисертації, отримано особисто автором, що підтверджено одноосібними публікаціями.

**Апробації результатів дисертації.** Основні положення і результати дослідження доповідалися на семінарах, науково-практичних конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів у Київському національному університеті будівництва і архітектури (квітень 2007, 2008 і 2009 р), 68-70 науково-практичних конференціях співробітників у Київському національному університеті будівництва і архітектури (квітень 2007, 2008, 2009, 2010 р), XII міжнародному науково-технічному симпозиумі «Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GPS і GIS – технології» (Алушта 2007р.).

**Публікації.** Наукові результати дисертації опубліковані в 7 друкованих працях. З них 5 у фахових виданнях, затверджених у переліку ВАК України.

**Обсяг і структура дисертації.** Дисертація складається із вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації – 133 сторінки, в тому числі 19 графічних ілюстрацій (схеми, моделі), з них 5 на окремих сторінках, 14 таблиць, з них 3 на окремих сторінках, список використаних джерел із 119 найменувань на 12 сторінках та додатки на 9 сторінках.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, завдання і методи досліджень, наведено основні наукові результати роботи та їх практичне значення.

У першому розділі «Аналіз існуючого стану та перспективи створення системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції» наведено загальну характеристику стану сертифікації, стандартизації в сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності, вказано значення і рівень досягнень сучасної продукції картографо-геодезичної галузі та її застосування.

Проведений аналіз існуючого стану нормативного регулювання сфери оцінки якості створюваної топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної

продукції виявив необхідність реформування сфери стандартизації, сертифікації картографо-геодезичної галузі, оскільки існуюча нормативна документація, що була розроблена за часів СРСР, є застарілою, в ній не відображені вимоги до нових видів топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції; вона не відповідає новим вимогам до точності відображення, актуальності, достовірності; не сприяє підвищенню конкурентоспроможності вітчизняного виробника ні на внутрішньому ринку ні на зовнішньому; не відповідає чинному законодавству в сфері оцінки якості. В галузі відбувається зміна технологій створення продукції, яка викликана постійним удосконаленням, розширюється перелік видів і форм створюваної продукції, збільшується кількість організацій, що займаються проведенням топографо-геодезичних робіт. До того ж самі технології створення топографо-геодезичної, картографічної та геоінформаційної продукції стають дедалі інформаційними і вимагають оновлення синхронно зі змінами на місцевості. Реформування сфери оцінки якості продукції картографо-геодезичної галузі, яке обумовлюється процесами глобалізації, вступом України до СОТ, полягає в необхідності переходу від стандартизації технологій, зміна яких відбувається безперервно, до стандартизації вимог до кінцевої продукції. Такий принцип закладений в міжнародній практиці стандартизації, сертифікації і оцінки відповідності. Реформування системи оцінки якості топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції є нагальним завданням і реформування повинно ґрунтуватись на міжнародному досвіді і залученні новітніх досягнень з інших галузей знань, зокрема в галузі „управління проектами” (проектний менеджмент). Основою міжнародного досвіду сертифікації продукції топографо-геодезичної і картографічної діяльності є використання серії стандартів ISO 19100 „Географічна інформація. Геоматика”. Поряд з сертифікацією продукції актуальним є впровадження на виробництві сертифікованих систем якості у відповідності до стандартів серії ISO 9000 „Системи менеджменту якості”.

У другому розділі **«Теоретично-методичні основи створення системи сертифікації топографо-геодезичної, геоінформаційної і картографічної продукції»** розкрито основну концепцію розроблення основних теоретично-методичних основ системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції, що полягає у послідовному створенню функціональної, компонентної, операційної і математичної моделі системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції, а також визначення оцінки рівня ризику продукції топографо-геодезичної і картографічної діяльності для безпеки життєдіяльності людини і навколишнього середовища. Результатом опрацьованих етапів є подання майбутньої системи сертифікації у вигляді певних моделей.

*Функціональна модель* визначає основні складові ланки системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції та їх основні функціональні характеристики. До складу системи сертифікації має входити керівний орган, органи з сертифікації, органи з сертифікації систем якості, низка випробувальних лабораторій, штат аудиторів та навчально-науково-методичний та інформаційний центр. Органи з сертифікації та випробувальні лабораторії забезпечують проведення всіх робіт пов'язаних з сертифікацією продукції, проведення акредитаційних робіт та технічного нагляду за сертифікованою продукцією.

*Компонентна модель* створена в роботі, мала за мету представити всі необхідні

складові компоненти, для ефективної діяльності і постійного удосконалення системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції, у вигляді п'яти видів забезпечення: методичного, програмного, технічного, інформаційного і організаційного. Компонентна модель доповнює функціональну, оскільки вона забезпечує уніфікацію складових в базові види забезпечення.

*Операційна модель* створена в роботі за допомогою альтернативного графа демонструє загальний хід процесу сертифікації продукції, а також враховує альтернативні варіанти при отриманні певного результату на всіх етапах загального процесу сертифікації. В вершинах графа  $G = (R, D)$ ,  $R = \{F_1, F_2, \dots, F_n\}$  розміщені функції  $F_i \in R$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ . Будь-які дві вершини графа з'єднані орієнтованою дугою  $d_{ij} \in D$  в тому випадку, якщо закони функціонування системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції дозволяють виконання операції в такій послідовності. Отриманий в результаті граф описує всі можливі маршрути функціонування системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції (рис.1). Де:  $F_1$  – подання та розгляд заявки на сертифікацію;  $F_2$  – аналіз наданих документів;  $F_3$  – прийняття рішення за поданою заявкою, вибір схеми сертифікації;  $F_4$  – обстеження і атестація виробництва;  $F_5$  – відбір, ідентифікація і випробування зразків продукції;  $F_6$  – аналіз отриманих результатів випробувань і прийняття рішення стосовно можливості видачі сертифікату;  $F_7$  – видача сертифікату відповідності;  $F_8$  – реєстрація сертифікату і продукції в реєстрі;  $F_9$  – публікація інформації стосовно результатів проведених сертифікаційних робіт;  $F_{10}$  – технічний нагляд за сертифікованою продукцією;  $F_{11}$  – проведення коригувальних заходів.

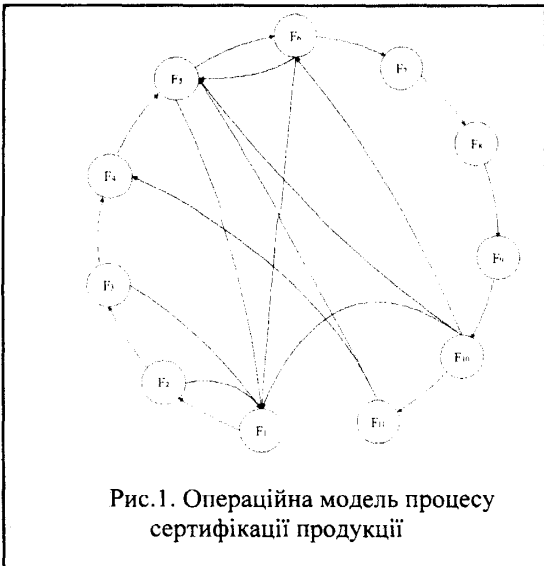


Рис.1. Операційна модель процесу сертифікації продукції

Для більшого висвітлення етапу проведення випробувальних робіт, на основі положень стандартів ISO 19113 «Принципи якості» і ISO 19114 «Методика оцінки якості», за допомогою мови UML, було створено схему визначення складових компонентів інформації про якість геоінформаційної продукції (рис.2) та схему проведення випробувань топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції для розробника даних та для користувача, оскільки вимоги до точності створюваної продукції можуть бути різними. Схеми були створені у вигляді UML діаграм станів. В створених схемах передбачені обов'язкові «перевірки на правильність» і «перевірки на існування», ці перевірки дозволять



контролювати якість на кожному етапі проходження перевірки і в разі отримання негативного результату дозволять виправити ситуацію з меншими фінансовими втратами.

З метою визначення ефективності функціонування системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції при проведенні сертифікаційних робіт в роботі була створена *математична модель*, на основі методів лінійного програмування. Математична модель представлена у вигляді задачі оптимізації певної цільової функції  $F(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \text{ex}$ , яка залежить від змінних  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Рішенням такої задачі є знаходження таких значень змінних  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , при яких досягається максимум даної лінійної функції, у множині значень що будуть задовольняти певним обмеженням.

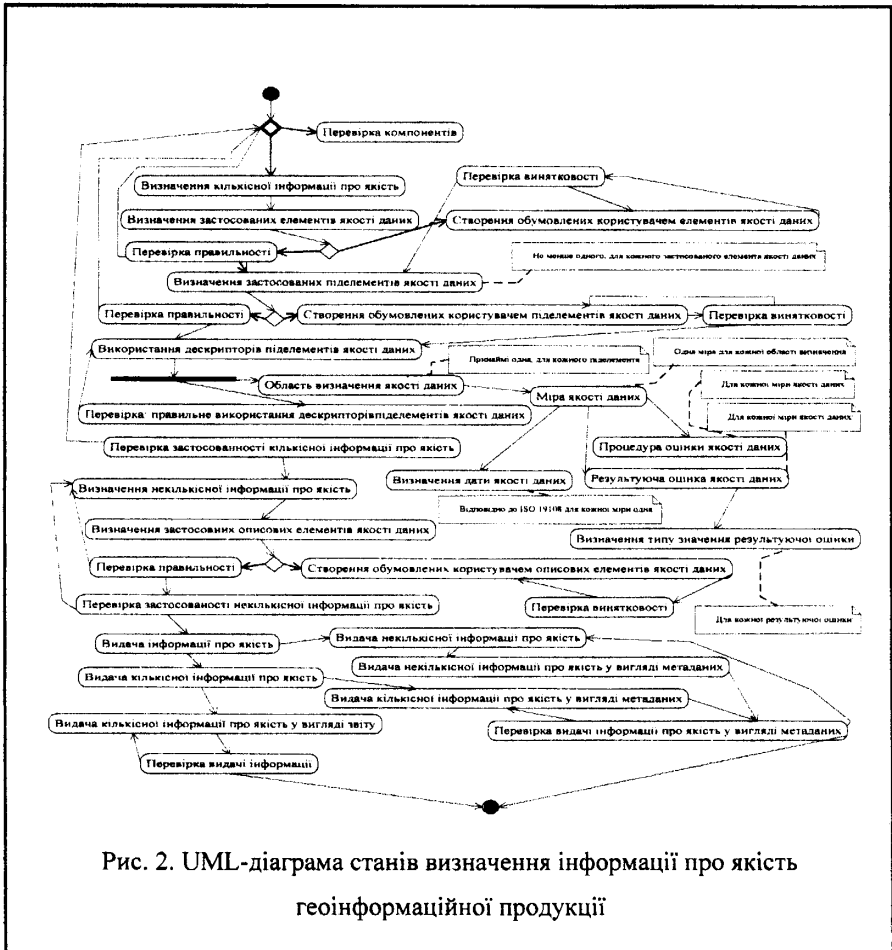


Рис. 2. UML-діаграма станів визначення інформації про якість геоінформаційної продукції

Обмеження можуть приймати вигляд нерівності або рівності. В дисертаційній роботі запропоновано прийняти за цільову функцію ефективність процесу

сертифікації. Ефективність всього процесу сертифікації залежить від ефективності кожного етапу, тобто вона являтиме собою інтегровану оцінку ефективності всіх етапів. В роботі запропоновано ефективність кожного етапу процесу сертифікації виразити за допомогою коефіцієнтів ефективності. Коефіцієнт ефективності це відношення результату до витрат, що його обумовлюють, який виражається формулою  $x_i = \frac{C_i}{K_i}$ , де  $x_i$  - коефіцієнт ефективності,  $C_i$  - певний коефіцієнт, що виражає бажаний результат проведених дій,  $K_i$  - витрати, які обумовлюють отримання бажаного результату. В дисертаційній роботі за змінні  $x_1, x_2, \dots, x_n$  було прийнято коефіцієнти ефективності базових видів забезпечення, тобто – відношення результату, який досягається при застосуванні цих видів забезпечення до витрат на їх створення. Для знаходження коефіцієнтів ефективності в роботі виконано визначення застосовності основних видів забезпечення в усіх етапах сертифікації, результат наведено в табл.1. Якщо вид забезпечення використовується в даному етапі сертифікації це позначається „+”, якщо ні тоді – „-”.

Таблиця 1

## Застосування видів забезпечення в процесі сертифікації

Види забезпечення	Методич- не	Програм- не	Техніч- не	Інформацій- не	Організацій- не
Операційна модель					
Подання та розгляд заявки на сертифікацію	-	-	-	+	+
Вибір схеми сертифікації	+	-	+	+	+
Добір продукції	-	+	+	-	+
Проведення випробувань продукції	+	+	+	+	+
Аналіз результатів і ухвалення рішення про видачу сертифіката	+	+	+	+	-
Видача сертифіката	-	-	-	+	+
Ресстрація	-	-	-	+	-
Нагляд за сертифікованою продукцією	-	-	-	+	+
Проведення корегувальних заходів	+	+	-	+	+
Публікація інформації про результати сертифікації	-	-	-	+	-

В результаті отримано: за змінну  $x_1$ , прийнято коефіцієнт ефективності методичного забезпечення, за змінну  $x_2$  - коефіцієнт ефективності програмного забезпечення, за змінну  $x_3$  - коефіцієнт ефективності технічного забезпечення, за змінну  $x_4$  - коефіцієнт ефективності інформаційного забезпечення, за змінну  $x_5$  - коефіцієнт ефективності організаційного забезпечення. Цільова функція представляє собою інтегрований коефіцієнт ефективності функціонування всієї системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції. Цей коефіцієнт повинен бути максимальним. Отже представлена задача лінійного програмування є задачею максимізації – потрібно знайти такі значення коефіцієнтів ефективності використання видів забезпечення, при яких загальна ефективність функціонування системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції буде максимальною. Застосувавши експертний метод було визначено вагові коефіцієнти для кожного коефіцієнта ефективності, в залежності від ступеня застосовності виду забезпечення в усіх етапах сертифікації. Також були визначені інтегровані вагові коефіцієнти кожного етапу процесу сертифікації в залежності від кількості використаних видів забезпечення.

Після проведення узагальнюючих розрахунків була визначена загальна цільова функція та визначені обмеження для неї. Обмеження представлені у вигляді десяти рівнянь, що є відображенням всіх етапів сертифікації продукції. Результатом є задача на досягнення максимуму ефективності функціонування системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції.

$$F(x) = (4x_1 + 4x_2 + 4x_3 + 9x_4 + 8x_5) \rightarrow \max \text{ при } \begin{cases} 3x_4 + 2x_5 = 2 \\ x_1 + 2x_3 + 3x_4 + 2x_5 = 4 \\ x_2 + 2x_3 + 2x_5 = 3 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 4 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 + 2x_5 = 5 \\ 3x_4 + 2x_5 = 2 \\ 3x_4 = 1 \\ 3x_4 + 2x_5 = 2 \\ x_1 + x_2 + 3x_4 + 2x_5 = 4 \\ 3x_4 = 1 \end{cases} \quad (1)$$

при умові, що всі  $x_i \geq 0$ .

Для рішення отриманої задачі лінійного програмування застосовувався базовий симплекс-метод. В результаті розв'язку задачі оптимізації були визначені наступні значення коефіцієнтів ефективності базових видів забезпечення  $x_i$ : коефіцієнт ефективності методичного забезпечення -  $x_1 = 19$ , коефіцієнт ефективності програмного забезпечення -  $x_2 = 1$ , коефіцієнт ефективності технічного забезпечення -  $x_3 = 0,5$ , коефіцієнт ефективності інформаційного забезпечення -  $x_4 = 1$ , коефіцієнт ефективності організаційного забезпечення -  $x_5 = 0,5$ . Ефективність функціонування системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції буде максимальною, якщо коефіцієнти ефективності застосування всіх видів забезпечення будуть дорівнювати отриманим значенням.

При переході до декларування відповідності, як це передбачено стратегією

реформування державної стандартизації, вступом України до СОТ, потрібно враховувати рівень ризику продукції для безпеки життєдіяльності людей і навколишнього середовища. Чим вищий рівень ризику тим суворіші методи підтвердження якості продукції, пост сертифікаційного нагляду за продукцією і тим відповідальніший має бути виробник. Раніше політика в сфері якості топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції була спрямована на те щоб топографо-геодезичні роботи, незалежно від призначення, відповідали вимогам з точності вищих класів. Нині така позиція є економічно не вигідною. В інженерній геодезії застосовується принцип необхідної і достатньої точності, який за своїм змістом повністю відповідає сучасним вимогам сертифікації і стандартизації, тобто, вимоги до якості продукції різняться в залежності від її призначення і ступеня ризику, який вона складає для безпеки життєдіяльності людей і навколишнього середовища. Топографо-геодезична, картографічна і геоінформаційна продукція опосередковано має великий вплив на безпеку життєдіяльності людей і навколишнього середовища, оскільки сьогодні ця продукція є основою прийняття управлінських рішень майже в усіх сферах життя і вартість наслідків прийняття таких рішень дуже велика.

Якість, а також оцінка загального ризику для безпеки життєдіяльності людей і навколишнього світу, створюваної топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції залежить від багатьох факторів. Визначення переліку факторів для розрахунку оцінки загального ризику продукції топографо-геодезичного і картографічного виробництва виконувалось за допомогою опитування групи експертів, до складу якої входили провідні фахівці Укргеодезкартографії, проектно-вишукувальних організацій. Робота з експертами проводилась відповідно до стандарту ГОСТ Р ІСО 5725-2-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений». При формуванні списку факторів враховувались загальні виробничі фактори, які притаманні картографо-геодезичній галузі, без поділу продукції на види та без врахування вимог точності до продукції в залежності від призначення. Результатом роботи з групою експертів став узагальнений перелік факторів, до складу якого увійшло 25 позицій. Експертним методом була сформована шкала значень впливу факторів. Спочатку в шкалі містилося три рівні значення впливу факторів: низький, середній і високий, але в процесі розрахунків була шкала значень була розширена. В залежності від того, як зміна значення фактору від мінімального до максимального, впливає на оцінку загального ризику топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції, призводить до зниження або до збільшення, було сформовано шкалу значень (табл..2) у відповідності до застосованих формул (2) і (3)

$$Y_{ki}' = \frac{Y_{k,\max} Y_{ki}}{Y_{k,\max} Y_{k,\min}}, \quad (2)$$

$$Y_{ki}' = \frac{Y_{k,i} Y_{k,\max}}{Y_{k,\max} Y_{k,\min}}, \quad (3)$$

де  $Y_{k,\max}$  – максимальне значення для  $k$  – го фактору,  $Y_{k,\min}$  – мінімальне значення,  $Y_{ki}$  – поточне значення,  $Y_{ki}'$  – нормоване поточне значення. Розрахунок значення загального ризику виконується за формулою

$$L_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k \gamma_j Y_{ji}^2}{n}} \quad (4)$$

де  $L_i$  — загальний ризик для  $i$ -го об'єкта (певного виду продукції),  $k$  — кількість факторів ризику,  $j$  — номер поточного фактора ризику,  $Y_{ji}^2$  — нормоване значення  $j$ -го фактора ризику для  $i$ -го об'єкта,  $\gamma_j$  — ваговий коефіцієнт, який застосовується для врахування значущості кожного фактору. Визначення оцінки загального ризику топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції виконувалось в декілька етапів: спочатку, при виконанні перших п'яти експериментів, були застосовано перші три рівні (високий, середній, низький), але отримані значення не могли продемонструвати коливання результату в залежності від зміни значення впливу факторів, тому наступні п'ять експериментів виконувались із використанням розширеної градаційної шкали. Для визначення можливості впливу на кінцеве значення загального ризику вагових коефіцієнтів значущості кожного фактору, для порівняння розрахунки виконувались за умови рівнозначності всіх факторів і потім з врахуванням вагових коефіцієнтів кожного фактору.

Таблиця 2. Вагові коефіцієнти визначалися за допомогою експертів методом попарного порівняння. Після надання цифрових значень нормованим значенням факторів впливу, у відповідності формул (2) і (3), застосувавши для розрахунку формулу (4) були отримані значення оцінки загального ризику топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції для безпеки життєдіяльності людей і навколишнього середовища.

Значення факторів ризику

Умовне позначення		Відповідає формулі(2)	Відповідає формулі (3)
Повне	Скорочене		
Низький	Н	0	1
Прийнятний	П	0,3	0,7
Середній	С	0,5	0,5
Допустимий	Д	0,65	0,35
Високий	В	0,85	0,15
Критичний	К	1	0

Аналіз отриманих результатів показав, що врахування вагових коефіцієнтів значущості факторів може значно вплинути на оцінку загального ризику продукції. Середнє значення оцінки загального ризику продукції топографо-геодезичної і картографічної діяльності складає 0,507352. Знаходження середнього значення оцінки загального ризику обумовлено коливанням отриманого результату в різних експериментах. Для визначення факторів, які мають більший вплив на загальний рівень ризику продукції картографо-геодезичної галузі в роботі виконано моделювання впливу за допомогою методів нечіткої логіки. Описавши вплив факторів  $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  на значення параметра як нечітку базу знань, у вигляді сукупності логічних висловлень типу:

$$\text{якщо } (x_1 = a_1^{j1}) \text{ та } (x_2 = a_2^{j2}) \text{ та... та } (x_n = a_n^{jn}) \quad (5)$$

$$\text{або } (x_1 = a_1^{j2}) \text{ та } (x_2 = a_2^{j2}) \text{ та ... та } (x_n = a_n^{j2})$$

$$\text{або } (x_1 = a_1^{k1}) \text{ та } (x_2 = a_2^{k2}) \text{ та ... та } (x_n = a_n^{kn})$$

то  $y = d_j$  для всіх  $j=1,2,\dots,m$ , де  $a_j^p$  – нечіткий терм, яким оцінюється змінна  $x_j$  у рядку з номером  $jp$  ( $p=1,2,\dots,k_j$ );  $k_j$  – кількість рядків-кон'юнкцій, у яких вихід у оцінюється нечітким термом  $d_j$ ,  $j=1,2,\dots,m$   $m$  – кількість термів, використовуваних для лінгвістичної оцінки вихідного параметра  $y$ . Під термами розуміють множину можливих значень для змінної  $x_j$ . Оскільки факторів багато, 25, для опису впливу була застосована ієрархічна система.

Відповідно до цієї системи, всі фактори були поділені на п'ять груп: правові фактори впливу, соціальні, зовнішні економічні фактори, технічні та внутрішньо – виробничі фактори впливу, позначивши їх відповідно  $y_1, y_2, y_3, y_4, y_5$ . Моделювання ієрархічної системи визначення загального рівня ризику топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції під впливом п'яти груп факторів відбувалась в програмному середовищі Matlab 6.5, із застосуванням алгоритму Сугено. Після проведеного аналізу форм функцій належності, в роботі застосовувалась Гауссова функція належності. Зменшення оцінки загального ризику продукції топографо-геодезичної і картографічної діяльності можна досягнути, якщо вплив груп  $y_1, y_3, y_4$  буде максимальним, а вплив груп  $y_2$  і  $y_5$  на оцінку загального ризику буде мінімальним. Сформовані таким чином основні вимоги складають основну базу знань для моделювання. Вигляд ієрархічної системи при моделюванні представлений на рис.4.

Після описання правил розв'язку і завдання граничних параметрів для всіх п'яти груп факторів впливу, а також для оцінки загального ризику, було отримано її значення. Визначена оцінка загального ризику топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції (рис.5) складає 0.501, що підтверджує отримані середні значення при попередньому методі. Шоста колонка на рис.5 демонструє зміну значення оцінки загального ризику продукції картографо-геодезичної галузі в залежності від зміни значень кожної з груп факторів впливу. Зміною положення осьових ліній по кожній групі, можна визначити, як кожна група факторів впливає на зміну оцінки загального ризику продукції картографо-геодезичного виробництва. Результат впливу груп факторів на загальне значення ризику продукції, у різноманітних поєднаннях між собою, можна представити графічно у вигляді певної поверхні. Запропонована методика може бути використана для розрахунку оцінки ризику кожного виду топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції в залежності від їх призначення, а також для оцінки якості кожного виду продукції, якщо використати основні показники якості для кожного виду продукції.

В третьому розділі «Програма реалізації теоретично – методичних основ при створенні випробувальної лабораторії на базі фотограмметричного полігону ДЗЗ» розглянуто процес реалізації створених кроків, практичне застосування розроблених моделей.

Запропоновано створення – випробувальної лабораторії на базі фотограмметричного полігону ДЗЗ Укргеодезкартографії з максимальною автономністю її та з високим рівнем технічної забезпеченості.

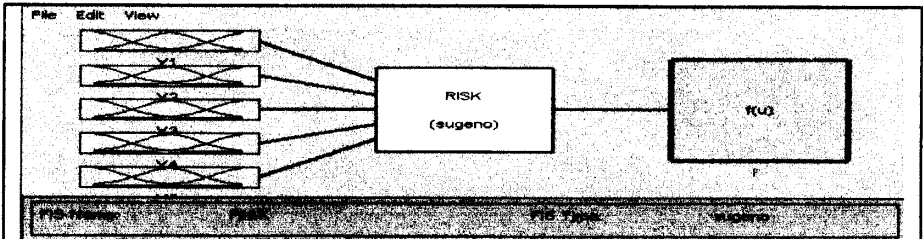


Рис.4 Ієрархічна система визначення оцінки загального ризику топографо-геодезичної продукції для безпеки життєдіяльності людей і навколишнього середовища за алгоритмом Сугено

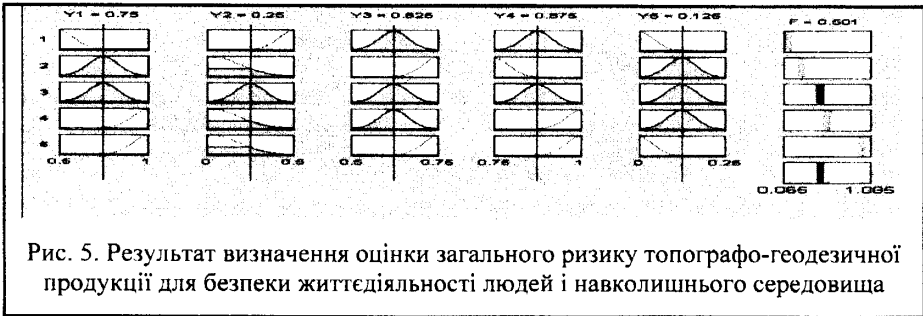


Рис. 5. Результат визначення оцінки загального ризику топографо-геодезичної продукції для безпеки життєдіяльності людей і навколишнього середовища

Автономність випробувальної лабораторії забезпечує її незалежність від розробників, виробників і користувачів продукції, має відповідний юридичний статус; чітко визначеною функціональною підпорядкованістю, визначеним фінансовим станом і власною системою оплати праці. Технічна компетентність лабораторії досягається поєднанням високого рівня забезпеченості технічними засобами і матеріальними ресурсами. Реалізація компонентної моделі на полігоні полягає у створенні відповідного пакету документів, що повинна мати випробувальна лабораторія.

В роботі розроблено реєстр документів за допомогою мови UML. Загальна документація розбивається на три групи: правостановлюючі документи, регламентовані та описові. До цих груп віднесені документи за функціональним призначенням. Результат моделювання представлений на малюнку 7.

Реалізація *операційної моделі* полягає у застосуванні попередньо створених UML схем проведення процесу оцінки якості і визначення інформації про якість, відповідно до стандартів ISO 19113 і ISO19114, які рекомендовано застосовувати разом.

Реалізація *математичної моделі* полягає у досягненні на практиці визначених значень коефіцієнтів ефективності основних видів забезпечення функціонування Системи.



Рис.7. Загальний реєстр документації для випробувальної лабораторії на базі фотограмметричного полігону ДЗЗ

Практична реалізація методики визначення загального рівню ризику топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції було виконано на прикладі визначення ризику створюваних ортофотопланів для цілей кадастру та ландшафтного проектування. Для забезпечення кадастрових робіт точність ортофотопланів має забезпечувати створення карти масштабу 1:2000. Загальний перелік факторів був розширений і склав 35 позицій. Для ландшафтного проектування точність для кадастрових цілей є не обов'язковою, тому вимоги до значень впливу факторів були менш жорсткими. Після проведених розрахунків було визначено: ризик ортофотопланів для цілей кадастру склав 0.598, а для забезпечення ландшафтного проектування – 0.289. При побудові поверхонь за координатні були прийняті: за вісь Z – значення ризику продукції для безпеки життєдіяльності людей і навколишнього середовища, за осі X і Y – значення впливу групи факторів на значення ризику. Отримані поверхні містять декілька кольорів, жовтий колір демонструє наближення до граничного значення загального ризику продукції, а блакитно – сині кольори демонструють найбільш оптимальні значення впливу окремих груп факторів на результуюче значення ризику продукції. На рис.6 представлена поверхня загального ризику ортофотопланів для цілей кадастру.



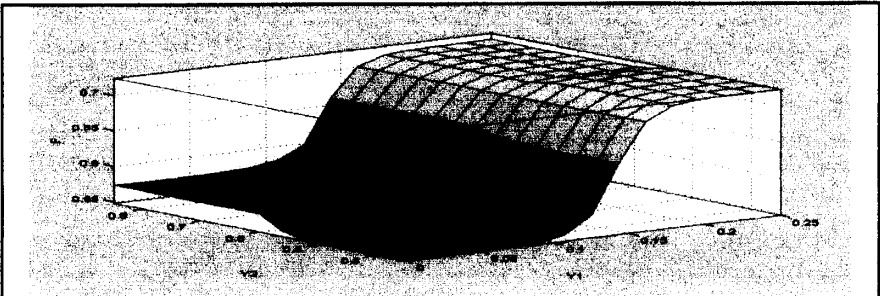


Рис.6 Поверхня оцінки загального ризику ортофотопланів для цілей кадастру в залежності від певних першої і другої груп факторів впливу

### ВИСНОВКИ

У роботі наведені теоретичні рекомендації, щодо вирішення задачі оцінки якості топографо-геодезичної, геоінформаційної і картографічної продукції у відповідності до чинного законодавства, в сфері сертифікації і оцінки якості, та відповідно до міжнародних норм.

Основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи такі:

1. Проведено аналіз існуючого стану оцінки якості продукції картографо-геодезичного виробництва, виявлено перспективи і тенденції створення системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції. Обґрунтовано необхідність переходу від існуючого порядку приймання та контролю топографо-геодезичних та картографічних робіт до розвитку системи сертифікації на основі гармонізації та впровадження міжнародних стандартів, залучення новітніх знань інших галузей науки.
2. Запропоновано операційну модель системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції, у вигляді альтернативного графа, яка враховує всі можливі маршрути процесу сертифікації, включаючи основний етап – проведення випробувальних робіт продукції. Для деталізації етапу проведення випробувальних робіт у відповідності до міжнародних стандартів були розроблені і представлені у вигляді UML діаграм: схема проведення оцінки якості продукції для розробника і користувача даних і схема визначення основних складових якості топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції.
3. Вперше розроблено математичну модель системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції на основі методів лінійного програмування. Модель представлена у вигляді оптимізаційної задачі, цільовою функцією якої є знаходження максимуму ефективності функціонування системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції, як суми коефіцієнтів ефективності використання базових видів забезпечення в процесі сертифікації.

4. Вперше розроблено математичну модель визначення переліку видів і форм топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції для обов'язкової сертифікації на основі оцінки загального ризику, що несе дана продукція для безпеки життєдіяльності людей та навколишнього середовища, за допомогою методів нечіткої логіки. Практичною реалізацією розробленої моделі став розрахунок рівня ризику ортофотопланів для забезпечення кадастрових робіт та ландшафтного проектування. Для цілей кадастру оцінка загального ризику ортофотопланів склала 0.598, для цілей ландшафтного проектування – 0.289.
5. За результатами наукових досліджень запропоновано методичні рекомендації, стосовно реалізації розроблених методичних положень для створення на фотограмметричному полігоні ДЗЗ випробувальної лабораторії. Було розроблено реєстр документів, які повинні мати випробувальна лабораторія.

### **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Нестеренко О.В. Стан сертифікації геодезичної продукції в Україні /О.В. Нестеренко // Інженерна геодезія – 2007. – Вип.53. – С.167 – 177.
2. Нестеренко О.В. Процедури оцінки якості геопросторової інформації /О.В. Нестеренко // Інженерна геодезія – 2008. – Вип.54. – С.149 – 158.
3. Нестеренко О.В. Створення випробувальної лабораторії на базі фотограмметричного полігона ДЗЗ. Що для цього потрібно? /О.В. Нестеренко // Вісник геодезії і картографії – 2010 - №2 – С.24 - 27
4. Нестеренко О.В. Математична модель системи сертифікації топографо-геодезичної, геоінформаційної і картографічної продукції /О.В. Нестеренко // Інженерна геодезія – 2010. – Вип.55. – С.157 – 165.
5. Нестеренко О.В. «Чи становить топографо-геодезична, геоінформаційна і картографічна продукція загрозу для безпеки життєдіяльності навколишнього світу?» /О.В. Нестеренко // Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва. – Л.: Ліга-Прес, 2010. – Вип. . С.219 – 224.
6. Нестеренко О.В. Оцінка відповідності топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції /О.В. Нестеренко //Наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів. Тези доповідей. – К.КНУБА, 2007, - С.152 – 153.
7. Нестеренко О.В. Оцінка відповідності топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції /О.В. Нестеренко //Матеріали міжнародної науково-практичної конференції ГІС - форум. – К.КНУБА, 2007, - С.29 – 34.

## АНОТАЦІЯ

**Нестеренко О.В. Методичні основи сертифікації топографо-геодезичної продукції в Україні. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.24.01 – Геодезія, фотограмметрія та картографія. – Київський національний університет будівництва та архітектури, Київ, 2010.

У дисертації викладений авторський підхід в процесі розробки загальних теоретично-методичних основ створення системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції. Обґрунтовано необхідність реформування сфери оцінки якості продукції топографо-геодезичної галузі шляхом створення системи сертифікації і відповідності до вимог чинного законодавства, із використанням міжнародного досвіду в цій сфері. Розроблено операційну модель системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції, яка враховує всі можливі маршрути процесу сертифікації, включаючи основний етап – проведення випробувальних робіт продукції. Розроблено математичну модель системи сертифікації топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної продукції на основі методів лінійного програмування, що представлена у вигляді оптимізаційної задачі, цільовою функцією якої є досягнення максимуму ефективності проведення сертифікаційних робіт. Проведено визначення оцінки загального ризику топографо-геодезичної, картографічної і геоінформаційної для безпеки життєдіяльності людей і навколишнього середовища з метою обґрунтування видів і форм продукції для обов'язкової сертифікації за допомогою методів нечіткої логіки. Розроблені методичні основи доведено до практичних реалізацій створення випробувальної лабораторії на базі фотограмметричного полігону ДЗЗ.

*Ключові слова:* сертифікація продукції, якість продукції, система сертифікації топографо-геодезичної, геоінформаційної і картографічної продукції.

## АННОТАЦИЯ

**Нестеренко Е.В. Методические основы сертификации топографо-геодезической продукции в Украине. - Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.24.01 - Геодезия, фотограмметрия и картография. - Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, 2010.

В диссертации изложен авторский подход в разработке теоретически-методических основ создания системы сертификации геодезической, картографической и геоинформационной продукции. Обоснована необходимость перехода от существующего порядка принятия и контроля топографо-геодезических и картографических работ к развитию системы сертификации, основанной на внедрении и гармонизации международных стандартов, использовании новейших достижений

других областей науки. Предложена операционная модель системы сертификации топографо-геодезической, картографической и геоинформационной продукции, в виде альтернативного графа, которая учитывает все возможные маршруты процесса сертификации. Для этапа испытательных работ, в соответствии с требованиями международных стандартов серии ISO 19100 «Географическая информация. Геоматика», были разработаны UML диаграммы проведения процедуры оценки качества продукции и определение основных составляющих качества топографо-геодезической, картографической и геоинформационной продукции. Впервые разработана математическая модель системы сертификации топографо-геодезической, картографической и геоинформационной продукции на основе методов линейного программирования в виде оптимизационной задачи, целевой функцией которой является нахождение максимума эффективности функционирования системы. Впервые разработана математическая модель определения перечня видов и форм топографо-геодезической, картографической и геоинформационной продукции для обязательной сертификации, основанная на оценивании общего риска продукции для безопасности жизнедеятельности людей и окружающей среды, с помощью методов нечеткой логики. Практической реализацией разработанной модели стало оценивание общего риска ортофотопланов для кадастровых работ и ландшафтного проектирования. По результатам научных исследований предложены методические рекомендации, относительно реализации разработанных методических положений для создания на фотограмметрическом полигоне ДЗЗ испытательной лаборатории. Был разработан реестр документов необходимых испытательной лаборатории.

*Ключевые слова:* сертификация продукции, качество продукции, система сертификации геодезической, геоинформационной и картографической продукции.

## SUMMARY

**Nesterenko E. methodical of a basis of certification of geodesic production in Ukraine.** - Manuscript.

Candidate of Science Dissertation on speciality 05.24.01 - The Geodesy, Photogrammetry and cartography. - The Kiev National University of Building and Architecture, Kiev, 2010.

In dissertation authorial approach is expounded in the process of development of general in-methodical bases of creation of the system of certification of geodesic, mapping and geoinformation products. The necessity of reformation of sphere of estimation of quality of products of geodesic industry is reasonable by creation of the system of certification and accordance with the requirements of current legislation, with the use of international experience in this sphere. The operating model of the system of certification of geodesic, mapping and geoinformation products, which takes into account all possible routes of process of certification, is worked out, including the basic stage - realization of proof-of-concept works of products. The mathematical model of the system of certification of geodesic, mapping and geoinformation products is worked out on the basis of methods of the linear programming, that presented as an optimization task the objective function of which is

achievement of a maximum of efficiency of realization of certification works. Determination of estimation of general risk of geodesic, mapping and geoinformation products for safety vital functions of people and environment is conducted with the purpose of ground of kinds and forms of products for an obligatory certification by means of methods of fuzzy logic. The worked out methodical bases are well-proven to practical realization of creation of proof-of-concept laboratory on the base of photogrammetry ground of DZZ.

*Key words:* production certification, quality of production, system of certification of geodetic, geoinformation and cartographical production.