

**Міністерство освіти і науки України
Національний університет “Львівська політехніка”**

За редакцією професора А. О. Мельника

**Кіберфізичні системи:
багаторівнева організація
та проектування**

**А.О. Мельник, В.А. Мельник,
В.С. Глухов, А.М. Сало**

Видавництво “Магнолія 2006”

Львів 2024

УДК 004;004.7;004.8;004.9

Рецензенти:

Наконечний А.Й. Завідувач кафедри комп'ютеризованих систем автоматичної Національного університету «Львівська політехніка», д.т.н., професор

Попович Р.Б. Доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем Національного університету «Львівська політехніка», д.ф-м.н., доцент

Шабатура Ю.В. Завідувач кафедри електромеханіки та електроніки Національної академії сухопутних військ імені гетьмана П. Сагайдачного, д.т.н., професор

Рекомендовано до опублікування Вченою радою
Національного університету «Львівська політехніка»
Протокол №51 від 22 січня 2019 р.

Кіберфізичні системи: багаторівнева організація та проектування
[Текст]: монографія - А.О. Мельник, В.А. Мельник, В.С. Глухов, А.М. Сало. За редакцією професора А. О. Мельника. Львів: “Магнолія 2006”, 2024. – 238 с. ISBN 978-617-574-138-2

У монографії запропоновано та розкрито основні положення багаторівневої платформи кіберфізичних систем, напрями та організацію наукових досліджень в її межах, сформовано основи автоматизованого синтезу комп'ютерних пристроїв в реконфігурованих апаратних платформах вузлів інтелектуальних сенсорів та актуаторів, запропоновано принципи побудови комп'ютерних засобів захисту інформації за алгоритмами в полях Галуа, показано підходи до імплементації положень багаторівневої платформи при проектуванні вендінгових кіберфізичних систем.

Для ІТ-спеціалістів, аспірантів та студентів спеціальностей “Комп'ютерна інженерія”, “Комп'ютерні науки”, “Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології”, “Кібербезпека”.

©А.О. Мельник, В.А. Мельник,
В.С. Глухов, А.М. Сало, 2024
© “Магнолія 2006”, 2024

ISBN 978-617-574-138-2

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ БАГАТОРІВНЕВОЇ ПЛАТФОРМИ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ, НАПРЯМИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	13
1.1. Основні положення кіберфізичних систем	13
1.2. Застосування кіберфізичних систем	17
1.3. Напрацювання попередніх років у межах концепції КФС	21
1.4. Актуальність створення багаторівневої платформи кіберфізичних систем	24
1.5. Об'єкт, предмет та мета проведення досліджень кіберфізичних систем	24
1.6. Постановка завдання дослідження	25
1.7. Основні ідеї дослідження та шляхи їх втілення	26
1.8. Основні гіпотези, покладені в основу наукового дослідження	27
1.9. Особливості кіберфізичних систем	28
1.10. Проблеми створення кіберфізичних систем та підходи до їх вирішення	29
1.11. Архітектура кіберфізичних систем	31
1.11.1. Багаторівнева платформа для створення прикладних кіберфізичних систем	31
1.11.2. Складові багаторівневої платформи для створення прикладних кіберфізичних систем та напрями наукових досліджень в її межах	33
1.11.2.1. Фізичний світ	33
1.11.2.2. Засоби взаємодії з фізичним світом	33
1.11.2.3. Засоби збору та доставки даних	36
1.11.2.4. Засоби опрацювання даних	37
1.11.2.5. Засоби прийняття рішень	39
1.11.2.6. Засоби персонального сервісу	40
1.11.2.7. Структурна організація багаторівневої платформи кіберфізичних систем	42
1.11.2.8. Основні принципи організації міжрівневої та внутрішньорівневої взаємодії в кіберфізичних системах	44
1.11.2.9. Організація захищеної інформаційної взаємодії рівнів кіберфізичних систем	45
1.12. Переваги використання багаторівневої платформи кіберфізичних системах	46
1.13. Наукові напрями створення багаторівневої платформи кіберфізичних систем	48
1.13.1. Кластери наукових досліджень	48
1.13.2. Кластер архітектурного рівня	48
1.13.3. Кластер інтелектуальних засобів взаємодії з фізичним світом та збору і доставки даних	49
1.13.4. Кластер інтелектуальних засобів опрацювання даних	

кіберфізичних систем	50
1.13.5. Кластер проблем імплементації кіберфізичних систем	51
Висновки до розділу 1	53
Література	55
РОЗДІЛ 2. ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ОПЕРАЦІЙНИХ ВУЗЛІВ ДЛЯ ПОЛІВ ГАЛУА, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В ЗАДАЧАХ КРИПТОГРАФІЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ ЕЛІПТИЧНИХ КРИВИХ	58
2.1. Кіберфізичні системи	59
2.2. Алгоритмічні основи проектування комп'ютерних засобів КФС	59
2.3. Засоби криптографічного захисту інформації кіберфізичних систем	59
2.4. Методи забезпечення захисту інформації кіберфізичних систем	60
2.5. Криптографія еліптичних кривих	61
2.6. Засоби забезпечення захищеності КФС	62
2.7. Принципи використання електронного цифрового підпису	63
2.8. Стійкість засобів криптографічного захисту інформації	64
2.9. Стандарти, що використовують еліптичні криві	64
2.10. Поля Галуа як математична основа електронних цифрових підписів	67
2.11. Складність пристроїв опрацювання елементів полів Галуа	68
2.12. Вплив технологій квантових обчислень на криптографічний захист інформації	69
2.13. Криптографія ізогіней суперсингулярних еліптичних кривих	71
2.14. Особливості архітектури засобів КЗІ	71
2.15. Використання вузлів опрацювання елементів полів Галуа для роботи з цифровими підписами	74
2.16. ПЛІС, ядра та генератори ядер як елементна база спеціалізованих комп'ютерних систем	75
2.17. Вузли та структурні алгоритми множення в полях Галуа $GF(2^p)$	76
2.18. Спецпроцесори для реалізації алгоритмів на основі еліптичних кривих	76
2.19. Математичні пакети для проведення обчислень у полях Галуа.	76
2.20. Маскування роботи цифрових пристроїв	79
2.21. Основи проектування засобів КЗІ КФС на базі операційних вузлів для полів Галуа, що використовуються при криптографічному захисті інформації на основі еліптичних кривих	80
2.22. Основні архітектурні принципи побудови операційних вузлів для полів Галуа, що використовуються при криптографічному захисті інформації на основі еліптичних кривих	81
2.23. Реалізація операційних вузлів для полів Галуа, що використовуються при криптографічному захисті інформації на основі еліптичних кривих	81
2.24. Підходи до проектування операційних вузлів для полів Галуа, що використовуються при криптографічному захисті інформації на основі	

еліптичних кривих	82
2.25. Деталізація вимог щодо захисту роботи засобів КЗІ	82
2.26. Деталізація вимоги щодо роботи із електронним цифровим підписом	82
2.27. Особливості реалізації засобів КЗІ на ПЛІС	83
2.28. Вибір поля Галуа на основі оцінювання ємнісної складності представлення елементів полів Галуа	83
2.29. Вбудований контроль вузлів, що опрацьовують елементи розширених полів Галуа	83
2.30. Часова складність помножувачів для полів Галуа	87
2.31. Структурна складність помножувачів елементів полів Галуа в нормальному та поліноміальному базисах	94
2.32. Програмно-часова складність помножувачів для поліноміального базису	103
2.33. Апаратна реалізація алгоритмів роботи із цифровими підписами	107
2.34. Спецпроцесор для опрацювання елементів розширених полів Галуа	108
2.35. Маскування при знаходженні оберненого елемента в двійкових полях Галуа для поліноміального базису. Інвертори.	110
2.36. Генератор ядер для створення вузлів GF-процесора.	111
2.37. Інвертори на основі біт-паралельних помножувачів	112
2.38. Інвертори на основі паралельних помножувачів	116
2.39. Маскування операційних вузлів для полів Галуа, що використовуються при криптографічному захисті інформації на основі еліптичних кривих	120
Висновки до розділу 2	121
Література	122
РОЗДІЛ 3. АВТОМАТИЧНИЙ СИНТЕЗ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРИСТРОЇВ В РЕКОНФІГУРОВНИХ АПАРАТНИХ ПЛАТФОРМАХ ВУЗЛІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СЕНСОРІВ І АКТЮАТОРІВ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ	132
3.1. Вигоди від застосування ПЛІС в компонентах КФС	132
3.2. Застосування і будова інтелектуальних сенсорів та актюаторів на базі ПЛІС	135
3.2.1. Інтелектуальний сенсор для виявлення і класифікації порушень якості енергоживлення	135
3.2.2. Інтелектуальний сенсор для отримання динамічних та коливних параметрів у промислових роботизованих системах	136
3.2.3. Інтелектуальний сенсор для оцінювання транспірації рослин у реальному часі	138
3.3. Проблеми ефективного застосування вузлів інтелектуальних сенсорів і актюаторів на базі ПЛІС в КФС	139
3.4. Огляд базових підходів до вирішення проблем застосування в КФС вузлів інтелектуальних сенсорів і актюаторів на базі ПЛІС	140

3.4.1. Метод самоконфігурування комп'ютерної системи з реконфігуровною логікою	140
3.4.2. Модель надання програмних засобів як сервісу через комп'ютерну мережу	142
3.4.3. Технологія Інтернету речей	143
3.5. Метод автоматичного синтезу комп'ютерних пристроїв в реконфігуровних апаратних платформах вузлів інтелектуальних сенсорів і актюаторів КФС	145
3.6. Протокол обміну інформацією між системою генерування конфігурацій і вузлом інтелектуальних сенсорів і актюаторів КФС для автоматичного синтезу комп'ютерних пристроїв в його РАП	148
3.6.1. Повідомлення і середовище їх передачі	148
3.6.2. Скінчений автомат сервера	149
3.6.3. Скінчений автомат клієнта	151
3.6.4. Приклад комунікації клієнта із сервером	152
3.7. Формат пакета даних для обміну інформацією в КФС між системою генерування конфігурацій і вузлом інтелектуальних сенсорів і актюаторів	154
3.8. Імплементация програмних засобів реалізації протоколу обміну інформацією між системою генерування конфігурацій і вузлами інтелектуальних сенсорів і актюаторів КФС	155
3.8.1. Визначення вимог до програмних засобів реалізації протоколу	155
3.8.2. Реалізація деяких нефункціональних вимог, що висувають до ПЗ на етапі розробки	157
3.8.3. Моделювання базових складових процесу взаємодії	158
3.8.4. Верифікація програмних засобів реалізації протоколу	160
Висновки до розділу 3	162
Література	163
РОЗДІЛ 4. ВЕНДИНГОВІ КІБЕРФІЗИЧНІ СИСТЕМИ	167
4.1 Особливості та життєвий цикл ВКФС	171
4.2 Організація вендингової кіберфізичної системи.	174
4.3 0-й рівень. Фізичний світ	175
4.4 1-й рівень. Засоби взаємодії з фізичним світом (вендингові автомати)	177
4.4.1 Узагальнена структура та функції вендингових автоматів	180
4.4.2 Алгоритми роботи вендингових автоматів	182
4.4.3 Інтерфейси та протоколи взаємодії комп'ютерної системи керування з периферійними пристроями вендингового автомату	183
4.4.4 Методи та пристрої оплати за товар чи послугу	189
4.4.4.1 Пристрої готівкової оплати	190
4.4.4.2 Пристрої безготівкової оплати	192
4.4.4.2.1 Пристрої для оплати банківськими картками	192
4.4.4.2.2 Пристрої для реалізації системи лояльності	193
4.4.4.3 Системи лояльності клієнтів	194

4.5 2-й рівень. Засоби збору та доставки інформації	201
4.6 3-й рівень. Засоби опрацювання інформації	205
4.6.1 Процес взаємодії між компонентами ВКФС на 3-му рівні	205
4.6.2 Структура апаратного забезпечення СПАК	210
4.6.3 Методи оновлення програмного забезпечення вендингових автоматів	211
4.7 4-й рівень. Засоби прийняття рішень	212
4.7.1 Профіль вендингових автоматів	214
4.7.2 Використання мереж Кохонена в ВКФС	214
4.8 5-й рівень. Засоби персонального сервісу	219
4.9 Система автоматизованого тестування ВКФС	221
4.9.1 Формат тестів (скриптів)	225
4.10 Приклад реалізації ВКФС для парковок закритого типу	226
4.10.1 Алгоритм роботи в'їзної стійки	229
4.10.2 Методика визначення конфігурації та параметрів обладнання КФСУП	230
4.10.3 Перевірка працездатності системи	233
Висновки до розділу 4	234
Література	235

ПЕРЕДМОВА

Монографія присвячена питанням багаторівневої організації та проектування кіберфізичних систем. Під кіберфізичною системою (КФС) розуміють поєднання процесів фізичного світу та кібернетичних засобів, які організують виконання вимірювань чи спостереження за цими процесами, збір та передачу даних, опрацювання даних, їх захищене зберігання та обмін, прийняття рішень, організацію та здійснення впливів на ці процеси. Об'єднання компонентів кібернетичних засобів у межах однієї системи дає змогу отримувати якісно нові результати, які можна використовувати для створення широкого спектру принципово нових наукових, технічних та сервісних засобів.

Сьогодні проблематика інтегрування різних за призначенням інформаційних, комп'ютерних та телекомунікаційних підсистем у одну децентралізовану, розподілену та гнучку кіберфізичну систему набула особливої актуальності з огляду на значне збільшення можливостей щодо практичної реалізації їх компонентів на основі сучасних технологічних досягнень у виготовленні інтегральних схем та засобів бездротового зв'язку. Завдяки наявності в КФС зворотного зв'язку у взаємодії між обчислювальним та фізичним процесами реалізується їх глибока інтеграція, що створює або додає нові функції та можливості щодо виявлення та керування фізичними процесами та об'єктами безпечно, надійно та ефективно. За органічної інтеграції та глибокого поєднання технологій обчислень, зв'язку та керування КФС можуть реалізувати в реальному часі відстеження, динамічний контроль та інформаційний сервіс великих інженерних систем.

Дослідження у сфері кіберфізичних систем сьогодні внесено до ключових напрямів наукових досліджень в провідних країнах світу. Не викликає сумніву, що застосування кіберфізичних систем буде мати не менший вплив на суспільство ніж створення мережі Інтернет.

Оскільки створення КФС є новим науково-технічним напрямом, який передбачає перекриття та інтеграцію багатьох галузей науки і техніки, фахівці з комп'ютерних та інформаційних технологій повинні налагоджувати тісну співпрацю з фахівцями інших галузей, таких як автоматизація та управління, цивільне будівництво, механіка, біологія, хімія та ін. Та й самі вони повинні глибоко розуміти як організацію роботи кіберфізичної системи, так і механіки, електроніки, біології та хімії, знати технічні характеристики датчиків і актуаторів та технології опрацювання сигналів і зображень.

Хоча наукові дослідження в цій галузі мають високу актуальність, багато проблем створення КФС залишаються невирішеними. Стержневою є проблема інтеграції гетерогенних компонентів в одній КФС. Крім того, недостатнім є теоретичне обґрунтування принципів побудови КФС. Відкритими залишаються питання забезпечення функціональної повноти та синергетичного ефекту від об'єднання різних компонентів в систему, та багато інших.

Монографія «Кіберфізичні системи: багаторівнева організація та проектування» - це спроба узагальнити питання організації функціонування та проектування як у цілому кіберфізичних систем, так і їхніх окремих складових. В ній розкрито основні положення багаторівневої платформи кіберфізичних систем та їх архітектури, напрями та підходи до організації наукових досліджень в межах цього наукового напрямку, викладено підходи до побудови нових, більш надійних методів криптографічного захисту інформації в кіберфізичних системах, сформовано основи автоматичного синтезу комп'ютерних пристроїв в реконфігурованих апаратних платформах вузлів інтелектуальних сенсорів і актуаторів кіберфізичних систем, подано принципи організації та проектування вейдінгових кіберфізичних систем.

Книга складається з чотирьох розділів. Короткий зміст кожного розділу такий.

В першому розділі розглянуті основні положення кіберфізичних систем та сфери їх застосування, обґрунтовано їх становлення як закономірного етапу розвитку комп'ютерних, інформаційних та телекомунікаційних технологій, сформованого на основі досягнень в галузі мікроелектронного виробництва, та наведено напрацювання попередніх років у межах концепції КФС. Сформульовано актуальність створення багаторівневої платформи кіберфізичних систем, предмет та мету проведення досліджень в її межах, дослідницькі проблеми та завдання. Розглянуті основні ідеї та гіпотези досліджень, а також шляхи їх втілення. Виокремлено особливості кіберфізичних систем, сформульовані проблеми їх створення та запропоновані шляхи вирішення цих проблем. Розглянута модель кіберфізичної системи та запропонована концепція багаторівневого подання її архітектури. Сформульовані напрями наукових досліджень в межах багаторівневої платформи кіберфізичної системи та поданий опис її компонентів, а саме засобів взаємодії з фізичним світом, засобів збору та доставки даних, засобів опрацювання даних, засобів прийняття рішень, засобів персонального сервісу. Запропоновані методи інтеграції компонентів кіберфізичних систем, методи

забезпечення їх масштабованості, гнучкості, нарощуваності та реконфігурованості, принципи захищеного обміну. Запропоновані також підходи до організації процесу наукового дослідження та обґрунтовані і розвинуті наукові напрями створення багаторівневої платформи кіберфізичних систем. Подані основні отримані наукові результати в рамках дослідження та створення багаторівневої платформи кіберфізичних систем, а також питання імплементації КФС.

У другому розділі розглянуті загальні принципи побудови та проектування операційних вузлів для полів Галуа, що використовуються при криптографічному захисті інформації на основі еліптичних кривих в складі кіберфізичних систем. Проаналізовано алгоритмічні основи проектування комп'ютерних засобів КФС, традиційні методи та засоби криптографічного захисту в них інформації. Особливу увагу приділено криптографії еліптичних кривих та принципам використання електронного цифрового підпису (ЕЦП) за національними та міжнародними стандартами, що базуються на використанні еліптичних кривих та розширених полів Галуа як математичної основи ЕЦП. Для порівняння різних варіантів опрацювання елементів полів Галуа розглянуто питання складності пристроїв опрацювання елементів полів Галуа. Оцінено вплив технологій квантових обчислень на стійкість засобів криптографічного захисту інформації (КЗІ), а також можливі шляхи вдосконалення алгоритмів КЗІ, зокрема алгоритмічні основи криптографії ізогеній суперсингулярних еліптичних кривих.

На основі проведеного аналізу визначено особливості архітектури засобів КЗІ і використання в їх складі вузлів опрацювання елементів полів Галуа для роботи з цифровими підписами. Розглянуто ПЛІС, ядра та генератори ядер як елементну базу засобів КЗІ. Основну увагу приділено вузлам та структурним алгоритмам множення в полях Галуа $GF(2^p)$, які задіяні при створенні спецпроцесорів для реалізації алгоритмів КЗІ на основі еліптичних кривих. Проаналізовано математичні пакети для проведення обчислень у полях Галуа та необхідність маскуванню роботи цифрових пристроїв в складі засобів КЗІ.

Викладено основи проектування та основні архітектурні принципи побудови засобів КЗІ КФС на базі операційних вузлів для полів Галуа та підходи до їх проектування, здійснено їх апаратну реалізацію на основі ПЛІС у вигляді спецпроцесора, визначено особливості такої реалізації.

Проведено вибір поля Галуа на основі оцінювання ємнісної, структурної, апаратної, програмно-часової та часової складностей опрацювання елементів

полів Галуа, показано можливість реалізації вбудованого контролю вузлів, що опрацьовують елементи розширених полів Галуа.

Описано генератор ядер для створення вузлів спецпроцесора з використанням якого синтезовано ряд вузлів спецпроцесора та здійснено маскування їхньої роботи.

В третьому розділі розглянуто питання дослідження та розроблення теоретико-методичної бази, алгоритмічного забезпечення та відповідних програмних засобів для організації і виконання автоматичного синтезу комп'ютерних пристроїв в реконфігуровних апаратних платформах вузлів інтелектуальних сенсорів і актюаторів кіберфізичних систем без участі людини. Для вирішення цього завдання застосовано метод самоконфігурування комп'ютерної системи з реконфігуровною логікою; модель надання програмних засобів як сервісу через комп'ютерну мережу (англ. SaaS – Software as a Service); технологію Інтернету речей (англ. IoT – Internet of Things). Запропоновано та описано метод автоматичного синтезу комп'ютерних пристроїв в реконфігуровних апаратних платформах вузлів інтелектуальних сенсорів і актюаторів. Розроблено клієнт-серверний протокол обміну інформацією між реконфігуровними апаратними платформами інтелектуальних вимірювально-керуючих вузлів кіберфізичних систем для автоматичного створення в них комп'ютерних пристроїв. На базі цього протоколу сформульовано технічні вимоги до реалізації та розроблено принципи побудови і основні алгоритми функціонування програмних інтерфейсів. Здійснено моделювання і наведено результати імплементації і тестування програмних засобів реалізації протоколу обміну інформацією між реконфігуровними апаратними платформами вузлів інтелектуальних сенсорів і актюаторів кіберфізичних систем для автоматичного створення в них комп'ютерних пристроїв.

В четвертому розділі в рамках апробації теоретичних результатів досліджень розглянуті основні положення побудови та експлуатації п'ятирівневої вендингової кіберфізичної системи. Сформовані тенденції розвитку вендингової індустрії. Окремо виділено особливості, організаційну структуру та життєвий цикл вендингових кіберфізичних систем. Детально описано процес функціонування та методи інтеграції компонентів вендингових кіберфізичних систем. Запропоновано класифікацію, узагальнену структуру та алгоритм роботи вендингових автоматів. Розглянуто інтерфейси та протоколи взаємодії комп'ютерної системи керування з периферійними пристроями вендингового автомату. Надано класифікацію способів ідентифікації клієнтів

для побудови ефективної системи лояльності. Запропоновано автоматизовану аналітичну систему, яка дозволяє спростити аналіз даних, вирішувати задачі прогнозування та виявляти аномальні події. Наведено приклади реалізації засобів персонального сервісу. Досліджено перспективи розвитку області автоматизованого тестування на базі скриптів. Визначено проблеми реалізації системи автоматизованого тестування автоматів і запропоновано шлях їхнього вирішення. Наведено приклад реалізації вендингової кіберфізичної системи на базі парковок закритого типу. Описано методику розрахунку конфігураційних параметрів для кіберфізичної системи управління парковками.

Наукові результати, викладені в цій монографії, отримані в межах наукового проекту “Інтеграція методів і засобів вимірювання, автоматизації, опрацювання та захисту інформації в базисі кіберфізичних систем”, номер державної реєстрації 0115U000446, виконаного на замовлення Міністерства освіти і науки України в Національному університеті “Львівська політехніка” протягом 2015-2017 років, наукові дослідження за яким я очолював як науковий керівник.

Маю надію, що запропоновані у монографії принципи багаторівневої організації та проектування кіберфізичних систем будуть корисними для фахівців у галузі комп'ютерних та інформаційних технологій, а також аспірантам та студентам спеціальностей “Комп'ютерна інженерія”, «Комп'ютерні науки», «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка», «Кібербезпека».

Науковий редактор, д.т.н., професор Анатолій Мельник

Наукове видання

За редакцією професора А. О. Мельника

**А.О. Мельник, В.А. Мельник,
В.С. Глухов, А.М. Сало**

**“Кіберфізичні системи: багаторівнева
організація та проектування”**

МОНОГРАФІЯ

Редактор Н.В. Гузинець.

Формат 60×84/16. Умовн.друк.арк. 13,35

Гарнітура Таймс Нью Роман

ПП “Магнолія 2006”
м. Львів-53, 79053, Україна, тел.+380503701957
e-mail:magnol06@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції: серія ДК №2534 від 21.06.2006 року,
видане Державним комітетом інформаційної політики,
телебачення та радіомовлення України

Надруковано у друкарні видавництва “Магнолія 2006”