

Національна академія наук України
Інститут прикладних проблем механіки і математики
ім. Я. С. Підстригача НАН України

ФІЗИКО- МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

PHYSICO-MATHEMATICAL
MODELLING
AND INFORMATIONAL
TECHNOLOGIES

Науковий збірник

2023

Випуск 37

Засновано
2004 року

Національна академія наук України,
Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України
National Academy of Sciences of Ukraine
Pidstryhach Institute of Applied Problems of Mechanics and Mathematics

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:

Є. Чапля

Заступники головного редактора:

В. Пелих

Я. П'янило

Б. Гера

Editor-in-chief

Ye. Chaplya

Associate Editors

V. Pelykh

Ya. Pyanylo

B. Gera

Члени редколегії

М. Андрійчук, Р. Бунь, Б. Виноградський, А. Власов, Б. Гайвась, О. Гачкевич, О. Грицина, А. Дзюба, І. Дияк, О. Іващенко, П. Каленюк, Ю. Кубік, М. Качмарек, П. Кострубій, О. Лимарченко, А. Лопатєв, П. Малачівський, О. Машиков, Р. Мусій, Ю. Повстенко, Д. Попович, Я. Рибіцькі, Г. Сулим, Р. Терлецький, О. Худолій, М. Цешко, О. Чернуха

Editorial Board

M. Andriychuk, R. Bun, B. Vynogradsky, A. Vlasov, B. Gajvas, O. Hachkevych, O. Hrytsyna, A. Dzyuba, I. Dyjak, O. Ivashchenko, P. Kalenyuk, J. Kubik, M. Kaczmarek, P. Kostrobij, O. Limarchenko, A. Lopatjev, P. Malachivsky, O. Mashkov, R. Musij, Yu. Povstenko, D. Popovych, J. Rybicki, G. Sulym, R. Terleckyy, O. Khudolii, M. Cieszko, O. Chernukha

Публікуються статті з механіки, фізико-математичного та комп'ютерного моделювання складних неперервно-дискретних систем і процесів. Призначений для викладачів, аспірантів та наукових працівників вищих навчальних закладів і науково-дослідних інститутів.

Збірник «Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології» визнаний ВАК України науковим фаховим виданням, у якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів: доктора та кандидата фізико-математичних і технічних наук за спеціальностями «Механіка» та «Інформатика і кібернетика» (Постанова президії ВАК України № 1-05/5 від 31.05.2011 р., Додаток 5 до наказу Міністерства освіти і науки України від 25.04.2013 № 463).

Ухвалено до друку вченою радою Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України

© Інститут прикладних проблем механіки і математики
ім. Я. С. Підстригача НАН України, 2023

Редакційно-видавнича група: *Ю. Білушак, Л. Мельничок, Я. Пізюр*

Адреса редакції: вул. Дж. Дудаєва, 15, м. Львів, Україна, 79005

Тел. 032 261-18-94

Факс: 032 261-18-85

E-mail: journal@cmm.lviv.ua

<http://iapmm.lviv.ua>, www.fmm.lviv.ua

Свідectво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
серія KB № 8775 від 24 травня 2004 р.

Зміст

<i>Олександра Манзій, Володимир Гладун, Віктор Серединський</i> Алгоритм континуант обчислення підхідних дробів гіллястого ланцюгового дробу	7
<i>Наталія Маслова</i> Абстракції зворотного інжинірингу при контролі та побудові захищених програмних реалізацій	12
<i>Ярослав Матвійчук</i> Принцип редукції математичних моделей та його застосування	17
<i>Анастасія Недашковська, Іван Гусак</i> Застосування паралельних обчислень при наближеному розв'язуванні однобічних матричних рівнянь	22
<i>Микола Недашковський</i> Збіжність розвинень у ланцюгові дробу розв'язків матричних поліноміальних рівнянь	27
<i>Алла Нестеренко, Олександр Дученко</i> Застосування мішаної розрядності для розв'язування систем нелінійних рівнянь квазіньютонівськими методами	32
<i>Олеся Нечуйвітер, Сергій Іванов, Кирило Ковальчук</i> Наближене обчислення подвійних інтегралів від швидкоосцилюючих функцій загального виду	37
<i>Ярослав Николайчук, Володимир Грига, Олег Заставний</i> Високопродуктивний синхронізований матричний процесор множення АЛП суперкомп'ютерів	42
<i>Анатолій Обишта, Олександр Шкурган</i> Діагностика виявлення витоків нафтопродуктів у магістральних нафтопроводах	47
<i>Єлизавета Остряньська, Юрій Горбенко</i> Поточний стан стандартизації постквантової криптографії	52
<i>Олександр Павлов, Олена Халус, Михайло Медведєв</i> Мінімізація сумарного зваженого моменту випередження виконання завдань на одному приладі	57
<i>Ярослав Пелех, Андрій Кунинець, Богдан Пахолок</i> Вкладені методи з двосторонньою оцінкою локальної похибки для розв'язування нелінійних інтегро-диференціальних рівнянь	62
<i>Юлія Першина</i> Наближення розривних 3D функцій розривними інтерфлетаційними сплайнами	67
<i>Володимир Петренюк, Дмитро Петренюк</i> Про алгоритм побудови 2-зв'язних мінорів поверхні Клейна	72
<i>Ярополк Пізюр, Юрій Карась</i> Ермітові сплайни з експоненціально-степеневими ланками з непарною кількістю параметрів	77

<i>Олександр Поліщук</i> Спільноти у багатoshарових мережевих системах.....	82
<i>Віктор Полянко, Володимир Сидорук, Тамара Чистякова</i> Алгоритмічно-програмний засіб для аналізу міцності будівельних конструкцій на паралельних комп'ютерах.....	88
<i>Олександр Попов, Олексій Чистяков</i> Достовірність комп'ютерних розв'язків при дослідженні власних коливань	93
<i>Олександр Проватар, Олександр Ількун</i> Категорії як формальні моделі обчислень	98
<i>Марта Савкіна</i> Рівність оцінок МНК та Ейткена параметра лінійної моделі регресії, коли коваріаційна матриця відхилень є симетричною матрицею Тепліца загального вигляду.....	103
<i>Геннадій Сандраков</i> Осереднення та моделювання хвильових процесів у композитах із періодичною структурою	108
<i>Андрій Сегін, Іван Албанський, Аліна Давлетова</i> Кореляційні моделі в полярній системі координат для визначення взаємовпливу циклічних процесів та їх реалізація на базі кореляційних спецпроцесорів	113
<i>Володимир Семенов, Олег Харьков</i> Метод операторної екстраполяції для варіаційних нерівностей в банахових просторах	118
<i>Петро Стецюк, Ольга Хом'як, Володимир Жидков</i> Масштабування даних для задачі побудови кривої в натуральній параметризації з кубічною кривою	123
<i>Надія Тимофієва</i> Класифікація природного та штучного інтелекту	128
<i>Костянтин Токар</i> Чисельне розв'язання рівняння субдифузії змінного порядку в багатовимірному просторі.....	133
<i>Андрій Фесенко</i> Вдосконалена детермінована процедура створення станів Дікке	138
<i>Олександр Хіміч, Олена Ніколаєвська, Ігор Баранов</i> Особливості застосування багаторозрядної арифметики в математичному моделюванні	143
<i>Богдан Шевчук</i> Експрес-аналіз біомедичних сигналів в процесі тривалого моніторингу функціональних станів біооб'єктів.....	149
<i>Дарія Ядуха</i> Визначення необхідних умов на значення ключів постквантової криптосистеми AJPS-1	154

Contents

<i>Oleksandra Manziy, Volodymyr Hladun, Viktor Seredynskyi</i> Continuants algorithm for evaluation approximants of branched continued fraction	7
<i>Nataliya Maslova</i> Abstractions of reverse engineering in the control and construction of protected software implementations.....	12
<i>Yaroslav Matviychuk</i> Mathematical Model Reduction Principle and it's applications.....	17
<i>Anastasija Nedashkovska, Ivan Gusak</i> Using of parallel calculations in the approximate solving of one-sided matrix equations.....	22
<i>Mykola Nedashkovskyy</i> Convergence of expansions into continued fractions of solutions of matrix polynomial equations	27
<i>Alla Nesterenko, Oleksandr Duchenko</i> Application of mixed precision for solving systems of nonlinear equation by quasi-Newtonian methods	32
<i>Olesia Nechuiviter, Serhii Ivanov, Kovalchuk Kyrylo</i> Approximate calculation of double integrals from rapidly oscillating functions of the general form	37
<i>Yaroslav Nykolaychuk, Volodymyr Hryha, Oleh Zastavnyi</i> High-performance synchronized matrix ALU multiplication processor for supercomputers.....	42
<i>Anatoliy Obshta, Oleksandr Shkurgan</i> Diagnostics of oil product leakage detection in main oil pipelines	47
<i>Yelyzaveta Ostrianska, Yurii Gorbenko</i> Current state of standardization of post-quantum cryptography	52
<i>Alexander Pavlov, Elena Khalus, Mykhailo Medvediev</i> Minimization of the total weighted earliness of tasks on a single machine	57
<i>Yaroslav Pelekh, Andrii Kunynets, Bohdan Pakholok</i> Embedded methods with two-sided local error estimation for solving nonlinear integro-differential equations	62
<i>Iuliia Pershyna</i> Approximation of discontinuous 3D functions by discontinuous interflatation splines..	67
<i>Volodymyr Petrenjuk, Dmytro Petrenjuk</i> On the algorithm for constructing 2-connected minors of the Klein surface	72
<i>Yaropolk Pizyur, Yurii Karas</i> Hermitian splines with exponential power links with an odd number of parameters.....	77
<i>Olexandr Polishchuk</i> Communities in multilayer network systems.....	82
<i>Viktor Polyanko, Volodymyr Sydoruk, Tamara Chistyakova</i> Algorithmic software tool for analyzing the strength of building structures on parallel computers	88

<i>Alexandr Popov, Alexey Chystiakov</i> Reliability of Computer Solutions in the Study of natural oscillations	93
<i>Oleksandr Provotar, Oleksandr Ilkun</i> Categories as formal models of calculations.....	98
<i>Marta Savkina</i> Equality of MNK and Aitken estimations of the parameter of the linear regression model, when the covariance matrix of the deviations is a symmetric Toeplitz matrix of the general form	103
<i>Gennadiy Sandrakov</i> Homogenization and modeling of wave processes in composites with a periodic structure	108
<i>Andrii Segin, Ivan Adbanskyi, Alina Davletova</i> Correlation models in the polar coordinate system for determining the mutual influence of cyclic processes and their implementation on the basis of correlation special processors	113
<i>Volodymyr Semenov, Oleh Kharkov</i> Operator extrapolation method for variational inequalities in Banach spaces.....	118
<i>Petro Stetsyuk, Olha Khomiak, Volodymyr Zhydkov</i> Coordinate scaling for building naturally parametrized curve with cubic curvature	123
<i>Nadija Tymofijeva</i> Classification of natural and artificial intelligence	128
<i>Kostiantyn Tokar</i> Numerical solution of variable-order subdiffusion equation in a multidimensional space	133
<i>Andrii Fesenko</i> Improvement of the deterministic preparation of Dicke states	138
<i>Oleksandr Khimich, Olena Nikolaeivska, Igor Baranov</i> Peculiarities of using multiple precision arithmetic in mathematical modeling	143
<i>Bohdan Shevchuk</i> Express analysis of biomedical signals in the process of long-term monitoring of functional states	149
<i>Dariya Yadukha</i> The necessary conditions for the key generation of the quantum-resistant AJPS-1 cryptosystem	154

Абстракції зворотного інжинірингу при контролі та побудові захищених програмних реалізацій

Наталія Маслова

к. т. н., доцент, Донецький національний технічний університет, вул. Потебні, 56, м. Луцьк, Волинська обл., 43018, e-mail: nataliia.maslova@donntu.edu.ua

Зворотний інжиніринг має багато застосувань в ІТ. Це задачі сумісності, відтворення застарілих компонентів, аналізу та захисту програмних продуктів. Не зважаючи на актуальність, комплексний підхід до вирішення задач контролю та побудови захищених програмних реалізацій з урахуванням можливостей програмної інженерії та потреб інформаційної безпеки відсутній. В роботі продемонстрована можливість представлення процесу зворотного проєктування у вигляді послідовності абстракцій. Методи аналізу програмних реалізацій статичний, динамічний й, зокрема, експериментів, поєднуються моделлю абстракцій в логічну послідовність. А застосування метрик програмних продуктів надає можливість прив'язати контроль та розробку захисних механізмів програмних реалізацій до базових понять інформаційної безпеки, а саме – до розрахунку ризиків.

Ключові слова: зворотний інжиніринг, абстракція, захист, програмний продукт, метрики, метод

Вступ. Зворотна інженерія (Reverse Engineering) – це метод аналізу об'єкта, який допомагає зрозуміти, як сконструйовано систему або частину програмного забезпечення, загальну логіку роботи, при необхідності покращити функціонал, підвищити рівень захисту або провести перевірку рівня безпеки програмного продукту.

У галузі комп'ютерної та програмної інженерії зворотний інжиніринг застосовується при розробці та захисті програмного забезпечення, у комп'ютерній гральній індустрії, дизайні.

1. Постановка задачі

Процес зворотного інжинірингу має всі ознаки послідовного наукового дослідження [1]. Основними етапами процесу зворотного інжинірингу є збір інформації щодо програмного продукту; аналіз та структуризація програмного коду з виділенням процесної та інтерфейсної частин, структур даних тощо; побудова таблиць рішень; опис функціоналу; створення діаграм потоку даних між процесами; запис керуючої структури (ПЗ високого рівня); контроль коректності створеної структури; документування.

Мета роботи – визначити рівні абстракції й їх застосування для методів зворотного інжинірингу та аналізу програмних продуктів, прив'язати

застосування метрик програмної інженерії до процедури розрахунку ризиків й продемонструвати це на макеті програмної реалізації.

Вхідною інформацією процесу зворотного інжинірингу є необроблений (досліджуваний) код програмного продукту (файл, бітові дані). Результат - удосконалений, захищений, модифікований програмний код та документи специфікації до нього. Наявність первинної специфікації бажана, але не вимагається.

2. Методи й інструментальні засоби реверс-інжинірингу.

Основними методами, застосовними в галузі зворотного інжинірингу є методи експериментів («чорна скринька»), статичний, динамічний та статистичний аналізи [2].

Інструментальними засобами реінжинірингу є інтерактивні дизасемблери PE-редактори, API-монітори, шістнадцяткові редактори, фреймворки зворотного проектування та аналізу двійкових файлів, програми для створення дампів, редагування таблиць переміщень. Крім того, наприклад, у [3] пропонується застосування графічних навігаторів програмного забезпечення (CIAO та CIA), візуальних інструментів розуміння, аналізу та відображення програмного забезпечення (Rigi), інструментів кластеризації, генераторів програм (GEN++).

З оглядом на таку кількість різноманітних інструментів зрозуміло, процес дослідження програмного забезпечення є трудомістким та складним. Тому розробка інтегрованого засобу аналізу коду є необхідною процедурою.

3. Вимоги та метрики

З метою планування часу, необхідного для виконання робіт з аналізу коду й оцінювання якості та складності виконаних робіт застосовуються спеціальні метрики (Холстеда, Джилба, Мак-Кейба, метрики програмної інженерії, як то кількість знайдених дефектів, їх щільність та ін). Приклад розрахунку метрик наведено на рис.1. Комплексний показник (гібридна метрика) розраховується за формулою

$$MI = (M_0 + K_1 * F(M_1) + K_2 * F(M_2) + \dots + K_n * F(M_n)) / (K_1 + K_2 + \dots + K_n),$$

де M_0 – базова метрика, $F(M_i)$ – функціональна залежність, K_i – коефіцієнти, котрі визначаються за допомогою регресійного аналізу.



Modules Names	CodeLine	Halstead	Cyclomatic Complexity	Complex indicator. %
sub_416BA0	175	80	215	8.83
sub_416BA1	84	53	112	30.89
sub_416BA2	205	77	53	29.23
sub_416BA4	57	18	47	46.59

Рис. 1. Розрахунок метрик

Комплексний показник може набувати значень від 0 до 100 і відображати: кількість структурних змін, зроблених з моменту попередньої перевірки; процент

помилки, виявлених під час перегляду коду або тестування програми; необхідність структурних змін для коректної роботи програми. Проводяться дослідження щодо застосування метрик якості програмного забезпечення до розрахунку ризиків (трьох факторна модель – загрози, вразливості та фінансові втрати, які пов’язані з фактором часу).

3. Рівні абстракції

З метою спрощення процесу зворотного інжинірингу вважаємо наявність трьох рівнів абстракції. Абстракція нижнього (низького) рівня – машинний код системи або програмного продукту. Може включати інформацію про збірку, формат заголовку файлу, застосовані регістри, розподіл пам’яті, перелік команд. Абстракція середнього рівня – компоненти, модулі системи, перелік функцій, інформація про інтерфейси, структури даних, потоки керування системою. Абстракція верхнього (високого) рівня – архітектура та дизайн системи. На цьому рівні створюються та відображаються діаграми, блок-схеми, структури програмного продукту.

4. Абстракція нижнього рівня

Спочатку аналізується бітовий код програми. Це аналог «чорної скриньки». Якщо досліднику нічого не відомо про програмний продукт, тоді на низькому рівні з’ясовується система, яка є середовищем відпрацювання програмного продукту, тип аналізованого файлу та його особливості (наприклад, чи є файл виконуваним, архівованим, стисненим або шифрованим). Перевіряється наявність маркантів (часових, або спеціальних). Якщо файл не є виконуваним, то виявляється тип самого файлу й інструментальне середовище, у якому файл відпрацьовує.

При виявленні, що маємо виконуваний файлом, призначений для роботи в системі Windows (сигнатура 0x4D 0x5A (MZ) в перших двох байтах), на другому кроці аналізуємо PE-заголовок. Відшукують початкові й прикінцеві блоки PE-заголовку з метою аналізу можливості вбудовування захисних механізмів, адреси спеціальних структурних блоків, таких, як, наприклад, початок та довжину стеку даних, розподіл пам’яті тощо.

Загальний вигляд характеристик у вигляді блоку пам’яті зображено на рисунку 2.

```
Блок пам'яті:  
4D 5A 90 00 03 00 00 00 04 00 00 00 FF FF 00 00  
B8 00 00 00 00 00 00 00 40 00 00 00 00 00 00 00  
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 10 01 00 00
```

Рис. 2. Запис характеристик у пам’яті

Загалом, на першому рівні абстракції отримуємо близько 40 параметрів, що характеризують операційне середовище, на виконання в якому орієнтовано програмний продукт та ряд характеристик, серед яких є, наприклад, ознака

операційного середовища; розмір заголовка виконуваного файлу в абзацах; початкове значення реєстру SP - адреси вершини стека; контрольна сума вмісту виконуваного файлу; ознака передачі управління програмі; адреса таблиці переміщень й т.п.

Отримані дані, застосовані на другому й третьому рівнях абстракцій, будуть сприяти прискоренню проведення аналізу. Етап чорної скриньки не є основним в класичному реінжинірингу. Але в галузі захисту програм та даних він надає до 40% необхідної на подальших етапах інформації.

6. Виявлення та відображення структури

Процедура відноситься до абстракції середнього рівня виявлення компонентів, модулів системи. Визначення переліку й структури функцій, отримання інформації про інтерфейси, структури даних, потоки керування системою.

Це етап статичного аналізу. Програма не запускається на виконання, а досліджується її виконуваний код.

На етапі статичного аналізу застосовуються модулі візуалізації, будуються та відображаються схеми розподілу пам'яті, структура програмної системи та взаємозв'язки між її модулями та функціями. Створюються таблиці з переліком функцій та їх взаємозв'язками. Виявляються змінні, їх формати, моменти застосування, взаємозв'язок та перевіряється інформація, отримана на низькому рівні абстракції щодо розміщення блоків даних у пам'яті.

Структура досліджуваного програмного продукту може бути відображена структурною схемою (рис.3), або схемою потоку даних DFD й може бути побудована на будь-якому рівні абстракції.

При виконанні задачі захисту програмного продукту на середньому рівні будується таблиця виявлених функцій зі зв'язками, переліком початкових адрес кожної функції та параметрів виклику, виявляються алгоритми роботи та призначення. Приймається рішення щодо можливості вдосконалення окремих блоків або заміни на спеціалізовані функції захисту.

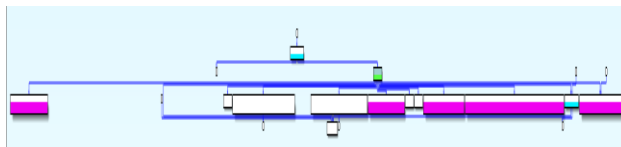


Рис. 3. Приклад відображення структури

Слід згадати й про статистичний аналіз, який також застосовується на цьому етапі для виявлення взаємозв'язку між змінними, частоти та місця їх застосування.

7. Вищий рівень абстракції

Останній, вищий рівень абстракції є етапом запуску програм в безпечному середовищі, покрокового виконання, уточнення отриманих на попередніх етапах характеристик та знань щодо структури програмного продукту, призначення

окремих блоків та модулів й програмного продукту в цілому. Виявляється, чи має програмний продукт оверлейну структуру, чи застосовуються динамічні бібліотеки. На цьому етапі тестуються застосовані засоби безпеки, проводяться експерименти з запуску блоків програм та часові заміри, перевіряється працездатність оновленого програмного продукту. Основним методом цього рівня є динамічний. Але основою його успішності й вхідними даними для роботи є інформація, здобута на попередніх рівнях.

Висновки. В роботі продемонстрована можливість представлення процесу зворотного інжинірингу в вигляді послідовності абстракцій, їх поєднання з етапами дослідження програмних продуктів. Вказано на можливість застосування метрик програмної інженерії для оцінки складності виконання задач аналізу й подальшої прив'язки отриманих показників до процедур інформаційної безпеки, а саме – до розрахунку ризиків. Продемонстровано макет програмної реалізації процедури зворотного інжинірингу.

Література

- [1] Методологія наукових досліджень: навчальний посібник для підготовки докторів філософії/ КІП ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Астрелін І. М., Косогіна І.В., Кирій С.О. – Електронні текстові данні. – Київ : КІП ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 121 с.
- [2] Каплун В.А. Захист програмного забезпечення. Частина 2 : навчальний посібник / В.А.Каплун, О.В.Дмитришин, Ю. В. Барішев – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 105с
- [3] Software Engineering | Reverse Engineering, URL: <https://www.geeksforgeeks.org/software-engineering-reverse-engineering/>

Abstractions of reverse engineering in the control and construction of protected software implementations

Nataliya Maslova

Reverse engineering has many applications in IT. These are tasks of compatibility, reproduction of outdated components, analysis and protection of software products. Despite its relevance, there is no comprehensive approach to solving the problems of control and construction of protected software implementations, taking into account the capabilities of software engineering and the needs of information security. The paper demonstrates the possibility of presenting the process of reverse engineering in the form of a sequence of abstractions. The methods of analyzing static, dynamic, and, in particular, experimental software implementations are combined by a model of abstractions into a logical sequence. And the application of metrics of software products provides an opportunity to tie the control and development of protective mechanisms of software implementations to the basic concepts of information security, namely to the calculation of risks.

Отримано 14.03.23

Національна академія наук України
Інститут прикладних проблем механіки і математики
ім. Я. С. Підстригача НАН України

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Науковий збірник

2023 Випуск 37

Ухвалено до друку вченою радою
Інституту прикладних проблем механіки і математики
ім. Я. С. Підстригача НАН України

Художнє оформлення
Галина Мороз, Ольга Грицина

Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН
України

Україна, м. Львів, 79005, вул. Дж. Дудаєва, 15
Тел. (032) 261 18 94. Факс: (032) 261 18 85. E-mail: journal@cmm.lviv.ua

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
серія КВ № 8775 від 24 травня 2004 р.

Підписано до друку 29.06.2023. Формат 70×100/16. Папір офсетний. Друк офсет.
Ум. друк. арк. 6,5. Обл.-вид. арк. 6,12. Гарнітура Times New Roman. Наклад 120 прим.
Зам. № _____

Віддруковано в друкарні ТЗОВ «РАСТР-7»
вул. кн. Романа, 9/1, м. Львів, 79005, тел./факс (032) 235 52 05, 242 15 49
e-mail: rastr.sim@gmail.com www.rastr-7.com.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ЛВ № 22 від 19.11.2002 р.