



III науково-технічна конференція  
Обчислювальні методи і системи  
перетворення інформації

**Редько О. О.**

Національний авіаційний університет

*Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАНУ  
Львів Львів, 25-26 вересня 2014 р.*

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Г.В. КАРПЕНКА НАН УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНИХ ПРОБЛЕМ МЕХАНІКИ І МАТЕМАТИКИ  
ІМ. Я.С. ПІДСТРИГАЧА НАН УКРАЇНИ  
ЦЕНТР МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ІППММ  
ІМ. Я.С. ПІДСТРИГАЧА НАН УКРАЇНИ  
СЕКЦІЯ ІНФОРМАТИКИ ЗАХІДНОГО НАУКОВОГО ЦЕНТРУ  
НАН УКРАЇНИ І МОН УКРАЇНИ

за підтримки:  
Західноукраїнського об'єднаного осередку IEEE  
(IEEE MTT/ED/AP/CPMT/SSC West Ukrainian Chapter),

III науково-технічна конференція  
"ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ І СИСТЕМИ  
ПЕРЕТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ"

присвячена пам'яті професора Б.О. Попова



Львів  
25 - 26 вересня 2014 р.

Вип. 3. Обчислювальні методи і системи перетворення інформації:  
зб. пр. III-ї наук.-техн. конф., Львів, 25-26 вересня 2014 р.// Львів:  
ФМІ НАНУ, 2014. – 193 с.

### Програмний комітет

Назарчук З. Т. (голова) – академік НАН України, д. ф.-м. н., проф., ФМІ НАНУ, м. Львів;  
Воробель Р. А. (заступник голови) – д. т. н., проф., ФМІ НАНУ, м. Львів;  
Бомба А. Я. – д. т. н., проф., Рівненський державний гуманітарний університет,  
м. Рівне;  
Боюн В. П. – чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф., ІК НАН України, м. Київ;  
Бунь Р. А. – д.т.н., проф., Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів;  
Вірченко Н. О. – д. ф.-м. н., проф., НТУУ "КПІ", м. Київ;  
Войтович М. М. – д. ф.-м. н., проф., ІППММ НАН України, м. Львів;  
Грицик В. В. – чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф., м. Львів;  
Дейнека В. С.] – академік НАН України, д. ф.-м. н., проф., ІК НАН України, м. Київ;  
Дудикевич В. Б. – д. т. н., проф., Національний університет "Львівська політехніка",  
м. Львів;  
Клименко В. П. – д. ф.-м. н., проф., ІПММС НАН України, м. Київ;  
Куриляк Д. Б. – д. ф.-м. н., ст. н. с., ФМІ НАНУ, м. Львів;  
Кушнір Р. М. – чл.-кор. НАН України, д. ф.-м. н., проф., ІППММ НАН України, м. Львів;  
Литвин О. М. – д. ф.-м. н., проф., Українська інженерно-педагогічна академія,  
м. Харків;  
Малачівський П. С. – д. т. н., ст. н. с., ЦММ ІППММ НАН України, м. Львів;  
Мандзій Б. А. – д. т. н., проф., Національний університет "Львівська політехніка",  
м. Львів;  
Матвійчук Я. М. – д. т. н., проф., Національний університет "Львівська політехніка",  
м. Львів;  
Монцібович Б. Р. – к. ф.-м. н., доцент, ЦММ ІППММ НАН України, м. Львів;  
Панасюк В. В. – академік НАН України, д. т. н., проф., ФМІ НАНУ, м. Львів;  
П'янило Я.Д. – д. т. н., ст. н. с., ЦММ ІППММ НАН України, м. Львів;  
Савула Я.Г. – д. ф.-м. н., проф., Львівський національний університет імені Івана  
Франка, м. Львів;  
Стадник Б. І. – д. т. н., проф., Національний університет "Львівська політехніка",  
м. Львів;  
Цегелик Г. Г. – д. ф.-м. н., проф., Львівський національний університет імені Івана  
Франка, м. Львів;  
Яворський І. М. – д. ф.-м. н., проф., ФМІ НАНУ, м. Львів.

© Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2014  
ISBN: 978-966-02-5760-3 (серія)  
ISBN: 978-966-02-7320-7 (Вип. 3)  
Друкується за рішенням Вченої ради

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE  
KARPENKO PHYSICO-MECHANICAL INSTITUTE  
OF NAS OF UKRAINE

PIDSTRYHACH INSTITUTE FOR APPLIED PROBLEMS OF  
MECHANICS AND MATHEMATICS OF NAS OF UKRAINE

CENTRE OF MATHEMATICAL MODELING OF PIDSTRYHACH IAPMM  
NAS OF UKRAINE

INFORMATICS SECTION OF WESTERN SCIENCE CENTER  
UNDER NAS AND MES OF UKRAINE

3<sup>rd</sup> scientific conference

"COMPUTATIONAL METHODS  
AND INFORMATION TRANSFORMATION  
SYSTEMS"

in honor of prof. Bohdan Popov

supported by:  
IEEE MTT/ED/AP/CPMT/SSC West Ukraine Chapter,

Lviv  
September 25 – 26, 2014

## ЗМІСТ

## ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ

Бомба А. Я., Гладка О. М. Метод числової ідентифікації параметрів квазіідеальних процесів витіснення у малопроникних (сланцевих) пластах.....	9
Бомба А. Я., Крока Л. Л. Числовий метод комплексного аналізу при розв'язанні задач електротомографії.....	11
Бомба А. Я., Присяжнюк І. М., Присяжнюк О. В. Математичне моделювання сингулярно збурених процесів багатокомпонентної конвективної дифузії в нанопористих середовищах.....	13
Процах Л. П., Савенко П. О. Нелінійні двопараметричні спектральні задачі при дослідженні розв'язків інтегральних та диференціальних рівнянь.....	16
Бігун Р. Р., Цегелик Г. Г. Чисельний метод мінорантного типу оптимізації негладких логарифмічно опуклих функцій двох дійсних змінних.....	19
Гарасим Я. С., Остудін Б. А. Застосування процедур аналізу та синтезу при чисельному моделюванні електростатичних полів методом інтегральних рівнянь.....	23
Литвин О. М., Лобанова Л. С., Ярмош О. В. Деякі твердження про неусувну похибку наближення функцій двох змінних оператором сплайн-апроксимації.....	27
Борачок І. В., Халко Р. С. Про чисельне розв'язування задачі Коші для рівняння Лапласа у тривимірних двозв'язних областях методом інтегральних рівнянь.....	31
Литвин О. М., Першина Ю. І. Розв'язання двовимірної задачі комп'ютерної томографії, використовуючи неоднорідність внутрішньої структури тіла.....	33
Дудикевич А. Т., Левицька С. М. Дев'ятиточковий неортогональний шаблон апроксимації рівняння Пуассона.....	37
Недашковська А. М. Ітераційний метод розв'язування поліноміальних матричних рівнянь.....	41
Денисюк В. П. Метод покращення збіжності інтерполяційних тригонометричних многочленів.....	43

## ОБРОБКА ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Олеськів О. М., Микитин І. П. Процедури та методи метрологічної перевірки програмного забезпечення засобів вимірювання.....	149
Литвин О. М., Литвин О. О., Драгун В. В., Хурдей Є. Л. Про один метод відновлення внутрішньої структури кори землі в шахтній сейсмічній томографії.....	153
✓ Єременко В. С., Шегедін П. А. Система обробки результатів випробувань демпфювальних властивостей гасників коливань залізничного транспорту.....	157
Кулик А. Я., Іванов Ю. Ю. Методи оцінювання ефективності інтерліверів у турбо-кодівій конструкції.....	161
✓ Редько О. О. Порівняльний аналіз методів побудови градувальних рівнянь в реальних умовах експлуатації засобів вимірювальної техніки.....	165

## МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Монцібович Б. Р. Програмна реалізація алгоритмів рівномірного наближення засобами MS EXCEL.....	169
Краснюк Р. П., Цегелик Г. Г. Задача оптимального розподілу завдань між комп'ютерами мережі з врахуванням обмеження на їх використання.....	173
Малачівський П. С., Пізюр Я. В. Мінімаксне наближення експоненційним виразом.....	177
Соколовський Я. І., Сикала О. П. Прикладне програмне забезпечення автоматизації скінченно-елементної дискретизації двовимірних областей.....	180
Досин Д. Г., Ковалевич В. М. Структура модуля планування онтології протикорозійного захисту.....	184
Литвин В. В., Оборська О. В. Онтологічний підхід до побудови АСУ тактичної ланки.....	188
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	192

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОБУДОВИ  
ГРАДУЮВАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В РЕАЛЬНИХ УМОВАХ  
ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Редько О.О.

Національний авіаційний університет

Actuality of research new methods of statistical treatment of measurement information by a limited quantity of data is justified in this work. The possibility and feasibility to use the robust methods for estimating the parameters of the calibration equations was viewed.

В даній роботі обґрунтовано актуальність пошуку нових методів обробки вимірювальної інформації за умов обмеженої кількості даних. Розглянуто можливість та доцільність застосування робастних методів для оцінювання параметрів градуювальних рівнянь.

Присутність в сучасних інформаційно-вимірювальних системах обчислювальної компоненти дозволяє вирішувати, на відміну від раніше застосованих засобів вимірювання, різні завдання по збору, обробці, зберіганню та представленню вимірювальної інформації. Особливої уваги заслуговує завдання обробки отриманих даних. Так як результат вимірювання містить в собі усі види похибок притаманних вимірювальній процедурі. Зокрема ці похибки можуть бути зумовленими недосконалістю використовуваної моделі вимірювання, небажаним взаємним впливом засобів вимірювання об'єктом вимірювання, дією зовнішніх факторів та неінформативних параметрів на засіб вимірювання, не доскональності обчислювального алгоритму, втратою та спотворенням даних у вимірювальних каналах, суб'єктивні фактори і т.п.

В сучасній теорії вимірювань апріорна модель результату вимірювання є випадковою величиною, характеристики якої невідомі. Саме статистичному оцінюванню цих характеристик присвячені методи обробки даних вимірювань, результатом застосування яких є як оцінка самого результатом вимірювання так і оцінки його характеристик якості (похибки, невизначеності, достовірності). Одним із засобів визначення статистичних характеристик випадкових процесів за даними вимірювань є використання математичних моделей випадкових процесів. [1]

Метою вимірювань є отримання об'єктивної інформації про значення фізичних величин. Усі вимірювання повинні виконуватись засобами вимірювальної техніки (ЗВТ) що пройшли перевірку або

державну метрологічну атестацію. При проведенні вимірювань, за реальних умов експлуатації ЗВТ необхідно проаналізувати правильність постановки вимірювального завдання, встановити вимоги до похибки та кількості вимірювань, кваліфікації оператора, формі представлення результатів та передбачити заходи, що забезпечують їх виконання. Якщо оцінка похибки не відповідає вимогам вимірювального завдання необхідно обрати більш точний ЗВТ або змінити метод вимірювань, оператора, зменшити вплив зовнішніх факторів. [2]

При вирішуванні різних статистичних завдань велике значення має наявність апріорної інформації, яка може бути представлена у вигляді:

- даних спостережень, отриманих заздалегідь та ідентичних з поточною інформацією;
- фізичних моделей (або еквівалентних їм), які описують «внутрішню» сутність малої вибірки та процесів, що в ній проходять;
- суб'єктивних оцінок характеристик малої вибірки.

При прийнятті рішення в умовах наявності того чи іншого виду апріорної інформації стикаються з питанням ідентичності її поточної, тобто з необхідністю перевірки їх однорідності. Під побудовою градуювальних рівнянь (характеристик) розуміють визначення залежності між вхідною та вихідною величинами.

На практиці, часто зустрічаються такі випадки, коли не можливо отримати достатню кількість вимірювальної інформації, що у свою чергу впливає на результат подальшої обробки даних із визначенням статистичних характеристик. Мала кількість виміряних значень може бути зумовлена, наприклад, різкою не прогнозованою зміною кількісних характеристик об'єкту вимірювання під дією часу та зовнішніх факторів, гетерогенністю об'єкту вимірювання, складністю налаштування на стабільну роботу засобів вимірювальної техніки, особливостями процесу виконання вимірювань оператором, тощо. Використання стандартних методів статистичного опрацювання для вибірок малого об'єму не є достатньо потужним підходом в оцінці середнього значення. Методи обробки малих вибірок даних можуть бути використані для вирішення різних завдань, в тому числі завдань пов'язаних з прогнозуванням значення фізичної величини, з управлінням якістю готової продукції, при обробці даних рівня окремих технологічних операцій. [3]

Також унеможлиблюється застосування стандартних процедур побудови градуювальних характеристик, якщо розподіл похибок вимірювань відмінний від нормального та присутні результати з надмірною похибкою (викиди). Наявність у вибірках навіть невеликого

числа різких викидів може призвести до того, що значення, одержувані в результаті, можуть перестати нести в собі корисну інформацію. Для того, щоб уникнути подібних помилок, необхідно якимось чином знизити вплив "поганих" спостережень, або зовсім виключити їх. Навіть найпростіший з підходів – суб'єктивний (заснований на внутрішніх відчуттях статистика) – може принести значну користь, однак для відбраковування все-таки переважніше застосовувати методи, що мають у своїй основі деякі строгі математичні обґрунтування, а не тільки інтуїтивні припущення дослідника. Тому постає завдання пошуку оптимальних алгоритмів визначення параметрів градуовальних рівнянь за обмеженої кількості вимірювальної інформації, які враховували б вищезазначену проблематику.

В роботі [4] було запропоновано методику визначення ступіню ударного пошкодження стільникових панелей із використанням процедури М-оцінювання Хьюбера для визначення коефіцієнтів рівняння регресії. При знятті інформаційних сигналів (ІС) в процесі неруйнівного контролю (НК) присутні похибки засобу контролю, які призводять до наявності у вибірці ІС результатів з надмірною похибкою. Трапляється, що похибки (залишки) мають невелику вагу із-за чого їх неможливо видалити з вибірки. А так як в методі найменших квадратів (МНК) при отриманні оцінок параметрів моделі лінійної апроксимації кожне спостереження має однакову вагу, залишки впливають на коефіцієнти регресії. Тому має сенс використовувати робастні методи, які дозволяють зменшувати вагу тих спостережень, які дають велику похибку. Підставивши в якості аргументу в отримане рівняння відповідні статистичні характеристики параметрів ІС стає можливим не тільки визначення, а й прогнозування ступеня дефектності об'єкту контролю. За результатами експерименту дійшли висновку, що запропонована методика забезпечує більшу точність в побудові градуовальних характеристик на відміну від МНК.

В роботі [5] було проведено статистичне моделювання, метою якого було визначення оцінок робастних значень статистичних характеристик за малої кількості даних. У якості методів опрацювання малих вибірок даних, було досліджено, описані у ДСТУ ГОСТ 8.532-2003 та ДСТУ ГОСТ ІСО 5725-5:2005, алгоритми оцінки робастних середніх значень результатів вимірювання та їх відхилень.

Використання робастного методу для аналізу даних, описаного у ДСТУ ГОСТ ІСО 5725-5:2005, не впливають на планування, організацію або виконання експерименту по оцінці прецизійності. Особливість викладеного у ДСТУ ГОСТ 8.532-2003 порядку статистичної обробки результатів міжлабораторної атестації стандартних зразків полягає у тому що він пристосований до малих

вибірок (від 10 лабораторій). Проводиться розрахунок медіани впорядкованого ряду незалежних результатів вимірювання та медіани абсолютних ненульових відхилень. В залежності від величини значень абсолютних відхилень від результату вимірювання у порівнянні з розрахованим значенням критичного відхилення результатів від медіани, розраховують атестоване значення, середньоквадратичне відхилення та похибку атестації за відповідним алгоритмом та похибку атестованого значення.

Як правило, в залежності від вимірювального завдання, рішення про використання цих методів або методів виявлення та відкидання результатів з надмірною похибкою повинно прийматися експертом із статистики.

В цій роботі було експериментально досліджено можливість застосування методу Хьюбера, алгоритмів описаних у ДСТУ ГОСТ 8.532–2003 та ДСТУ ГОСТ ІСО 5725-5:2005 для визначення параметрів градувальних рівнянь за умов обмеженої кількості вимірювальної інформації та проведено їх порівняльний аналіз.

1. Бабак В.П., Бабак С.В., Єременко В.С., Куц Ю.В. и др. Теоретические основы информационно-измерительных систем: Учебник под ред. чл.-кор. НАН Украины В.П. Бабака. – К., 2014. – 832 с.
2. Рекомендация. ГСИ. Измерения физических величин. Общие требования. МИ 2091-90. – М.: Комитет ст. и метр. СССР, 1991. – 17 с.
3. Гаскаров Д.В., Шаповалов В.И. Малая выборка. – М. Статистика, 1978. – 248 с.
4. Єременко В.С., Мокійчук В.М., Редько О.О. Методика визначення ступеня ударного пошкодження стільникових панелей // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – Т. 6, N 11(60). – С. 41-44.
5. Редько О.О. Статистичне моделювання оцінювання робастних значень статистичних характеристик в умовах обмеженого обсягу даних // Збірник тез Сьомої МНТК ІІРТК-2014, 9-20 травня 2014 року, м.Київ, Україна. – К.: НАУ, 2014. – С. 117-119.