

Problems of identification in information systems

УДК 004.891

doi: 10.20998/2522-9052.2020.4.01

Г. М. Хорошун

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, Сєвєродонецьк, Україна

МЕТОДИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ОПТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Анотація. Розроблено методи підтримки прийняття рішень для задач з прикладної оптики, в яких необхідно прийняти рішення щодо якості зображення та його відповідності до вимог, котрі визначаються за його подальшим використанням. Обговорено вибір каліброваного теоретичного зображення за яким перевіряється правильність проведення розрахункової роботи. Наведено алгоритм, за яким покращується отримане чисельне зображення. В роботі визначені недоліки систем машинного зору, такі як дефекти елементів системи, роз'юстування системи, шуми, невдала схема експерименту, що знижують якість експериментального зображення. Для встановлення взаємозв'язків між причинами та наслідками недоліків побудовано таблицю з причинами утворення недоліків на дифракційній картині за схемою Ісікави. Якість та шляхи вдосконалення експериментального зображення встановлюється з використанням діаграми Парето. Вдосконалення відбувається ітераційно і дозволяє поступово покращити якість зображення до максимально можливого значення в експериментальній схемі. Введено два етапи прийняття рішень – перший визначає досконалість експериментального зображення, а другий – його прийнятність у якості головного результату роботи за думкою експертів. Повнота альтернатив в аналізі наведена рекомендаціями щодо подальших дій, а величина похибки завдяки комбінації двох методів: діаграми Парето та думки експертів, не перевищує 5 %.

Ключові слова: дифракційне зображення; система підтримки прийняття рішень; метод Парето.

Постановка та аналіз проблеми

На сучасному етапі проектування комп'ютерних інформаційних систем підтримки прийняття рішень [1] необхідно враховувати умови невизначеності і ризику в сфері наукомісткого високотехнологічного виробництва [2].

Оптичні дослідження охоплюють широкий клас проблем, пов'язаних з дослідженням форми сигналу [3], що пройшов крізь оптичні системи та матеріальні носії, а також зі спостереженням за об'єктами [4]. Проводять такі дослідження за допомогою систем машинного зору (СМЗ) [5]. В загальному випадку вона дозволяє отримувати, оцінювати та обробляти оптичні зображення та забезпечує найвищу точність вимірювань та надійність отриманих даних завдяки можливості ітераційного покращення фізичного та чисельного експериментів. З одного боку, СМЗ є ефективним інструментом для лабораторій, що належать науково-дослідним інститутам, університетам та підприємствам, а з іншого боку розвиток СМЗ є важливим напрямом досліджень у різних прикладних галузях науки та техніки, таких як шифрування, голографія, ідентифікація та спостереження за об'єктами та процесами.

Система машинного зору являє собою повний набір інструментів для вирішення задач автоматизованого зору. Повністю автоматизована система коштує дуже дорого, тому багато операцій в системі виконуються вручну. Наразі, існує задача розробки системи підтримки прийняття рішення (СППР) для певної СМЗ, визначення її можливостей та помилок. Розроблення СППР необхідно завдяки наявності складності в прийнятті рішень та необхідності в

оцінці різних альтернатив в задачах оптичної метрології. При прийнятті рішення необхідно враховувати експертні оцінки, відомі обмеження, якісні та кількісні характеристики зображення, а також їх придатність для подальшого застосування.

Загальна задача проведення оптичних вимірювань

Модель надання послуг при використанні оптичної лабораторії в умовах індивідуальних потреб замовника наведена в [6]. В цій роботі визначаються та обговорюються основні критерії для оцінки роботи сервісу.

Формально замовлення в оптичній лабораторії може бути представлено короткем:

$$Z = \left\{ \{C\}, \{P_l^C\}_{l=1}^5, \{B\}, \{P_t^B\}_{t=1}^{100}, \{T\}, \{P_b^T\}_{b=1}^7, \{E\}, \{P_d^E\}_{d=1}^8, \{D\}, \{P_f^D\}_{f=1}^6, \{S\}, \{P_g\}_{g=1}^4 \right\}. \quad (1)$$

Набір вхідних даних {C} від "замовника", які визначаються разом з клієнтом з зазначенням на дифракційній картині кількості топологічних об'єктів, їх виду, розташуванню та формі. Для того, щоб клієнт визначався, йому надаються теоретичні та експериментальні зразки можливих зображень, які містяться в базі даних {B}. Набір "теорія" {T} містить розрахункове зображення, його характеристики, методи отримання. Експериментальні методи, пристрої, схема та результати містяться в наборі {E} "експеримент". Аналіз даних та інформація про використані методи аналізу зберігається у відповідному наборі {D}. В цій роботі значна увага приділе-

на набору $\{S\}$ вихідних даних "сервіс", яка включає систему підтримки прийняття рішень.

Один із параметрів сервісу, визначений в попередній роботі p_2^S можна завдати лінгвістичною змінною яка визначається кортежем $\langle \beta_2, T(\beta_2), X \rangle$. Для змінної β_2 "просторова якість візуалізації" можливі такі значення $T(\beta_2) = \{\text{"низька"}, \text{"середня"}, \text{"хороша"}, \text{"відмінна"}\}$; для кожної змінної $X = [X_{\min}, X_{\max}]$, де значення X_{\min} і X_{\max} визначаються замовником. Для практичних застосувань пропонується додати характеристику p_5^S , що визначає β_5 , як основний результат з переліком значень для $T(\beta_5) = \{\text{"прийнятний"}, \text{"неприйнятний"}\}$. Якщо результат неприйнятний система видає рекомендацію щодо подальших дій.

Теоретичні дані

Теоретичне зображення, як правило, отримують за допомогою чисельного моделювання. На площині джерела $z=0$ програмуються початкові умови дифракції та форма амплітудно-фазового транспаранта. Синтезований дифракційний розподіл на деякій відстані z можна розглядати у скалярному наближенні, тобто з лінійною поляризацією світла, і для розрахунку результуючого поля $A(x, y, z)$ використовувати інтеграл Кірхгофа [7]:

$$A(x, y, z) = \frac{k}{2\pi i} \oint_{S'} A_0(x', y') \exp(i\Phi_0(x', y')) \left(\frac{e^{ikr}}{r} \right) dx' dy', \quad (2)$$

де $k = 2\pi/\lambda$ – хвильове число, $A_0(x', y')$ – амплітуда поля на площині джерел, $\Phi_0(x', y')$ – фаза поля на площині джерел, $r = \sqrt{z^2 + (x-x')^2 + (y-y')^2}$ – зв'язок між вхідними та вихідними характеристиками.

Спостерігається дифракційна картина, як правило в поперечному перерізі пучка площиною XY для різних відстаней $z > 0$, але кутові перерізи в площинах XZ , YZ теж є поширеними прийомами дослідження. При теоретичному розрахунку інтеграла по поверхні основними недоліками зображення можуть бути:

1) характерне розбиття всього зображення на квадратні блоки з помітними кордонами,

2) розмиття дрібних деталей або повністю їх відсутність в зображенні.

Алгоритм дій при наявності недоліків на розрахунковій дифракційній картині такі:

1) зменшити крок інтегрування на площині джерел,

2) зменшити крок візуалізації на площині спостереження,

3) зменшити кількість наближень для розрахунку дифракційного інтеграла.

Отримане теоретичне зображення порівнюють з каліброваним зображенням. Каліброване зображення має відомий розподіл інтенсивності, отрима-

не з високою точністю і мінімальною кількістю наближень, а також збігається з експериментальним результатом, визначеним за тими ж умовами, що й теоретичне. На рис. 1 наведені можливі варіанти каліброваних зображень для відомої задачі дифракції плоскої хвилі на круглому отворі.

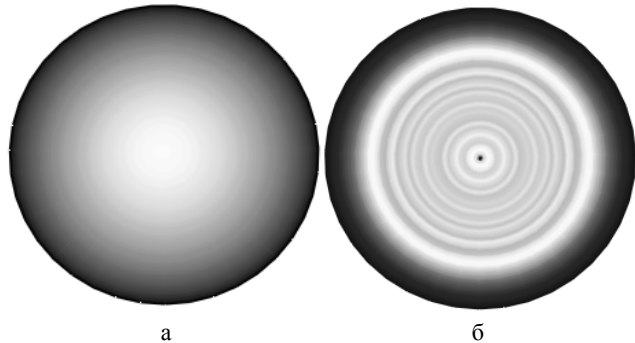


Рис. 1. Дифракційні розподіли для задачі дифракції плоскої хвилі на круглому отворі в зоні Фраунгофера (а) в зоні Френеля (б)

Зображення на рис. 1, а містить світлу пляму, що закриває собою весь центр пучка, а зображення на рис.1б демонструє тонкі структури – зміни інтенсивності, як у центрі, так і на периферії пучку. Завдяки більш інформативній структурі зображення на рис. 1б рекомендується для використання у якості каліброваного. При наявності значущої різниці між отриманим розрахунковим зображенням та каліброваним треба покроково удосконалювати метод розрахунку, який викладений вище.

Експериментальні дані

Експериментальні оптичні дослідження проводяться за допомогою систем машинного зору (СМЗ). В простішому випадку СМЗ для дослідження структури лазерного поля містить лазер, генеруючий елемент, оптичну систему, камеру. На першому етапі для оцінки якості отриманого зображення достатньо двох характеристик – відношення сигнал/шум та контраст. Але для відповіді на запитання чи є зображення прийнятним вони не дають остаточної відповідь, тому що вони не містять інформації про якість юстування картини, надійність кріплення та наявність артефактів на картині. Недоліки на експериментальному зображенні виникають з різних причин: дефектам елементів системи, роз'юстуванню системи, шумам, невдалої схемі експерименту. Основні чинники проблеми виникають завдяки використанню обладнання, забезпеченню його надійної фіксації та юстуванню експериментальної схеми. Для встановлення взаємозв'язків між причинами та наслідками недоліків скористаймося схемою Ісакави записаною у вигляді табл. 1.

Розглянемо приклади експериментальних зображень на рис. 2, а, б та теоретичного (рис. 2, в) при отриманні сингулярного пучка з зарядом 1, що відповідає наявності на осі пучка нуля інтенсивності та тора максимальної інтенсивності. Основна задача це генерація сингулярного пучка з зарядом 5, що має містити на осі одну сингулярність з зарядом 5.

Розподіли експериментальної інтенсивності для генерації сингулярного пучка з зарядом 5 зі значною асиметрією поля на рис 2, г та його покращений вигляд наведено на рис. 2, д. Розподіл інтенсивності на рис. 2, д містить п'ять нулів інтенсивності, що розташовані симетрично навколо центра пучку. В

теоретичному розподілі синтезований сингулярний пучок з зарядом 5 (рис. 2, е) містить одну чорна пляма - один нуль інтенсивності на осі. Стосовно розподілів на рис. 2 треба прийняти рішення щодо їх прийнятності або подальшому покращенню з зазначенням методу.

Таблиця 1 – Причини утворення недоліків на дифракційній картині для побудови діаграми Ісікави

Чим обумовлений Вид недоліку	Лазер	Генеруючий елемент	Оптична система	Камера
Несиметрична вихідна пляма	резонатор	помилка завдання поля	неспіввісність елементів	Розташування під кутом
		неспіввісність елементів		
Шум	робоче тіло	неточність виготовлення елемента	неточність виготовлення елемента	тепловий ефект
	система накачки			
Тремтіння Картини	кріплення	кріплення	кріплення	кріплення
Наявність Артефактів	пристрій резонатора	Неточність виготовлення елемента	зношеність елемента	пошкоджені пікселі
	робоче тіло			
Асиметрія в результатуючій симетричною картині	роз'юстування	роз'юстування	роз'юстування	роз'юстування
Помилка завдання початкового поля	параметри вихідного випромінювання	обмежена точність	неточність виготовлення елемента	розміри пікселя “=” або “>” розміру топологічного об'єкта
			зношеність елемента	

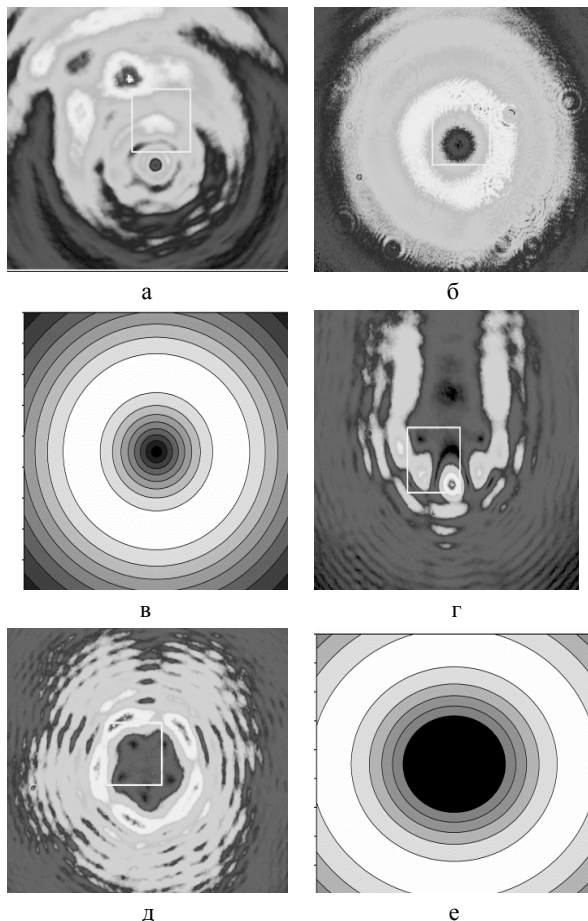


Рис. 2. Дифракційні розподіли: експериментальні (а, б, г, д) та теоретичні (в, е)

Аналіз зображень за допомогою діаграми Парето

Для того, щоб відповісти на запитання щодо якості та прийнятності експериментального зобра-

ження скористаймося діаграмою Парето, як такої що дозволяє визначати якість продукції з урахуванням дефектів, поломок, помилок, відмов та іншого [9]. Введемо два етапи порівняння зображень – перший визначає досконалість експериментального зображення та визначає рішення щодо покращення якості зображення шляхом заміни експериментальні елементи, посилити кріплення чи покращити юстування. Оцінка недоліків на дифракційних картинах (рис. 2, а та рис. 2, д) для побудови діаграми Парето наведена в табл. 2 (I – відсоток кількості дефектів за кожною ознакою до загальної суми на рис. 2, а; II – відсоток кількості дефектів за кожною ознакою до загальної суми на рис. 2, д). Після декількох ітерацій покращення зображення досягається максимально якісного розподілу. Наступає другий етап прийняття рішення, пов'язаний з відповідністю експериментального зображення розрахунковому. На це запитання можна відповісти стандартним методом – підрахунком індексу структурної подібності. Але як показано в роботі [8] критерій якості зображення визначити за цим показником досить складно: зображення, що є прийнятним може мати малий індекс структурної подібності. Цей результат призвів до необхідності розробки нового методу, який дозволяє однозначно оцінити експериментальне зображення за критеріями, що є основними на предмет його подальшого використання.

В роботі [10] розглянуто метод декомпозиції дифракційного зображення на сукупність топологічних об'єктів, а саме максимумів, мінімумів та нулів інтенсивності. Вид, розташування та форма цих об'єктів є основними для цілей використання дифракційного зображення. Співпадіння видів топологічних об'єктів, їх кількості, розташування та форми в експериментальному зображенні з вхідними даними набору {С} дає змогу прийняти рішення про затвер-

дження отриманого зображення, як такого, що відповідає вимогам замовника. Якщо кількість топологічних об'єктів не співпадає, а для замовника це є важливим фактором, то за сутністю АВС-аналізу призначимо цю відмінність до групи А - найбільш важливі, істотні проблеми, причини, дефекти. Відносний відсоток групи А в загальній кількості причин зазвичай становить від 60 до 80%, тому ми присвоюємо сам факт неспівпадіння кількості об'єктів за 60%. Відповідно усунення причин групи А має великий пріоритет, а пов'язані з цим заходи - найвищу ефективність. Ще 8 відсотків для рис. 2, д характеризують різницю у відстані об'єктів від теоретичного (бажаного).

Таблиця 2 – Оцінка даних за типами недоліків на дифракційній картині для побудови діаграми Парето

Типи недоліків	I	II
Кількість топологічних об'єктів відрізняється від теорії, а також їх розташування та розмір	0	68
Асиметрія в результуючій симетричній картині	72	5
Тремтіння картини	2	2
Шум	18	18
Артефакти	5	5
Аберації	3	3
Разом	100	100

Діаграма Парето дозволяє розподілити зусилля для вирішення проблем і встановити основні фактори, з яких потрібно починати діяти з метою подолання виникаючих проблем (рис. 3). За допомогою АВС аналізу визначаємо, що саме треба змінити в зібраній експериментальній установці: замінити елемент, продовжити юстування схеми, потужніше закріпити елементи. Вдосконалювати каліброване зображення можна до якогось ліміту, який відповідає таким критеріям, як симетричність зображення та відтворюваність.

Після налагодження схеми варто перейти до другого етапу: порівнянню отриманого зображення з теоретичним зображенням. Оцінка ефективності використання методу здійснюється шляхом повторної побудови діаграми Парето після впровадження заходів. Час на прийняття рішення визначається часом на заповнення таблиці «Оцінка даних за типами недоліків на дифракційній картині» та побудові діаграми Парето.

Експертна думка

Розглянемо теоретичне дифракційне зображення на рис. 2, е, що містить на осі сингулярність з зарядом 5. Поглянемо в існуючу базу даних експериментальних дифракційних зображень. Помітимо, що не має способу отримати багатозарядовий пучок – тобто з зарядом $m \geq 2$ таким чином щоб сингулярність не розпалась на m однозарядових вихорів. Задача симетрична – тобто утворені сингулярності знаходяться поза центром пучка. Це означає, що при необхідності досліджувати ефекти в світловому полі, що спостерігаються на осі пучка, у зв'язку з розпадом темних плям та їх розташуванню навколо

осі, ми не зможемо отримати ці осьові ефекти [11] з таким експериментальним зображенням (рис. 2, д), тому необхідно шукати новий експериментальний метод синтезу пучка.

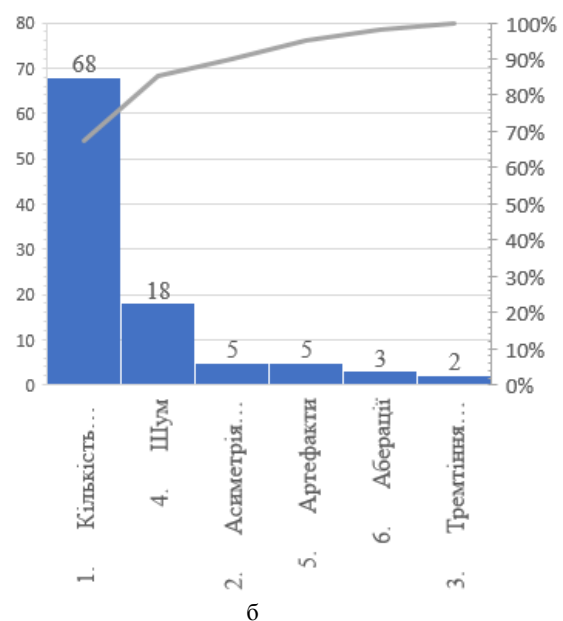
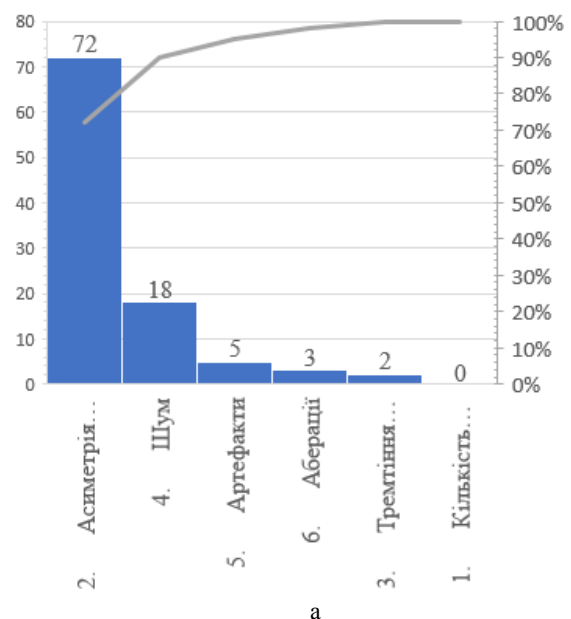


Рис. 3. Діаграма Парето вказує пріоритетність недоліків на експериментальній дифракційній картині для зображення на рис. 2, а (а) та 2, д (б)

Якщо головним для використання зображення є профіль інтенсивності та наявність нулів амплітуди, наприклад для захоплення мікрочастинок світлом у рідині [12], та такий розподіл відповідає вимогам і має бути прийнятим.

Повнота альтернатив в аналізі наводиться повним переліком можливих рекомендацій щодо подальших дій, а саме – покращити теорію, покращити експеримент, змінити метод розрахунку, змінити метод генерації поля. Урахуванням помилок першого і другого роду відбувається наступним чином: якщо метод неправильно знехтуваний, то виникає

похибка першого роду, а якщо неправильно прийнятий то похибка другого роду. Величина похибок завдяки комбінації двох методів: діаграми Парето та думки експертів не перевищує 5 %.

Висновки

Розроблені методи підтримки прийняття рішень для задач з прикладної оптики в яких необхідно прийняти рішення щодо якості зображення та його відповідності до вимог, які визначаються за його подальшим використанням. Спочатку необхідно обрати добре відоме каліброване теоретичне зображення за яким перевірити правильність проведення розрахункової роботи. У разі наявності недоліків в отриманому розподілі скористатися наведеним алгоритмом та покращити метод отримання зображення. Таку ж саму процедуру проводять для експериментального зображення – калібрують результат по відомому розподілу інтенсивності. Недоліки на експериментальному зображенні виникають з різних причин: дефекти елементів системи, роз'юстування системи, шумам, невдалої схеми експерименту. Основні чинники проблеми виника-

ють завдяки використанню обладнання, забезпеченню його надійної фіксації та юстуванню експериментальної схеми. Для встановлення взаємозв'язків між причинами та наслідками недоліків побудовано таблицю з причинами утворення недоліків на дифракційній картині за схемою Ісікави.

Якість та шляхи вдосконалення експериментального зображення встановлюються з використанням діаграмою Парето, яка дозволяє урахувати недоліки системи, виявлені за схемою Ісікави. Вдосконалення відбувається ітераційно і дозволяє поступово покращити якість зображення до максимального можливого значення в експериментальній схемі. Введено два етапи прийняття рішень – перший визначає досконалість експериментального зображення, а другий його прийнятність у якості головного результату роботи за думкою експертів.

Повнота альтернатив в аналізі наведена рекомендаціями щодо подальших дій, а саме – покращити теорію, покращити експеримент, змінити метод розрахунку, змінити метод генерації поля. Величина похибок завдяки комбінації двох методів: діаграми Парето та думки експертів не перевищує 5 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бідюк П. І.; Коршевнюк Л. О. Проектування комп'ютерних інформаційних систем підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. К.: ННК «ПІСА» НТУУ «КПІ». 2010. 340 с.
2. Турко Д. А. Учет условий неопределенности и риска в процессе принятия решений в сфере наукоемкого высокотехнологического производства. *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. 2009. Т. 43. С. 180-187.
3. Strelkova T., Lytuyga A., Kalmykov A., Khoroshun G., Riazantsev A., Ryazantsev O.. Influence of a signal description model on the calculations of the efficiency indicators of optoelectronic systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 4, No. 5 (106). P. 41-50.
4. The Development of an Application for Microparticle Counting Using a Neural Network / Ganna Khoroshun, Ruslan Luniakin, Andrii Riazantsev, Oleksandr Ryazantsev, Tetiana Skurydina, Halyna Tatarchenko // *Proceedings of the 4th Int. Conf. on Computational Linguistics and Intelligent Systems (COLINS 2020)*. – Vol. I: Main Conference. – P. 1186-1195.
5. Flores-Fuentes W., Lopez M., Hernandez-Balbuena D., Sergiyenko O., Rodríguez-Quiñonez J., Rivera-Castillo J., Lindner L. & Basaca-Preciado L. Applying Optoelectronic Devices Fusion in Machine Vision: Spatial Coordinate Measurement. *Natural Language Processing: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. 2020. IGI Global. P. 184-213.
6. Хорошун, Г. Модель надання послуги з використання оптичної лабораторії в умовах індивідуальних потреб замовника. *Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. Дип. 8(256). 2019. С. 118-122.
7. Матвеев А. А. Оптика. М. Мир, 1988. 445 с.
8. Statistical Optical Image Analysis for Information System / Oleksandr Ryazantsev, Ganna Khoroshun, Andrii Riazantsev, Vitalii Ivanov, Aleksandr Baturin // *Proc. of 2019 7th International Conference on Future Internet of Things and Cloud Workshops (FiCloudW)*, Istanbul, Turkey. – IEEE 2019. – P. 130-134. DOI: <https://doi.org/10.1109/FiCloudW.2019.00036>.
9. Савинков С. Закон Парето или Принцип 80/20. URL: <http://www.f-abp.ru/kino.php>.
10. Хорошун Г. М. Метод опису явища дифракції по сукупності топологічних об'єктів та алгоритм розрізнення мінімуму від нуля інтенсивності. *Сучасні інформаційні системи*. 2020. Том 4, № 3. С. 17-21. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.3.03>
11. Khoroshun A., Chernykh A., Kirichenko J., Ryazantsev O., Bekshaev A., Singular skeleton of a Laguerre–Gaussian beam transformed by the double-phase-ramp converter. 2017. *Appl. Opt.* Vol. 56, Iss. 12. С. 3428-3434.
12. Lamperska W., Masajada J., Drobczyński S., Wasylczyk P. Optical vortex torque measured with optically trapped microbarbells. 2020. *Appl. Opt.* Vol. 59. P. 4703-4707.

REFERENCES

1. Bidiuk, P.I. and Korshevnyuk, L.O. (2010), *Design of computer information systems for decision support*, NTUU "KPI", Kyiv, 340 p.
2. Turko, D.A. (2009), "Taking into account the conditions of uncertainty and risk in the decision-making process in the field of high-tech production", *Open information and computer integrated technologies*, Vol. 43, pp. 180-187.
3. Strelkova, T., Lytuyga, A., Kalmykov, A., Khoroshun, G., Riazantsev, A. and Ryazantsev, O. (2020), "Influence of a signal description model on the calculations of the efficiency indicators of optoelectronic systems", *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 4, no. 5 (106), pp. 41-50.
4. Khoroshun, G., Luniakin, R., Riazantsev, A., Ryazantsev, O., Skurydina, T. and Tatarchenko, H. (2020), "The Development of an Application for Microparticle Counting Using a Neural Network", *Proc. of the 4th Int. Conf. on Computational Linguistics and Intelligent Systems (COLINS)*, Vol. I: Main Conference, pp. 1186-1195.

5. Flores-Fuentes, W., Lopez, M., Hernandez-Balbuena, D., Sergiyenko, O., Rodríguez-Quirón, J., Rivera-Castillo, J., Lindner, L. & Basaca-Preciado L. (2020), "Applying Optoelectronic Devices Fusion in Machine Vision: Spatial Coordinate Measurement", *Natural Language Processing: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. IGI Global. pp. 184-213
6. Khoroshun, G. (2019), "Model of providing services for the use of optical laboratory in the individual needs of the customer", *Bulletin of the East Ukrainian National University named after Volodymyr Dahl*, Vol. 8 (256), pp. 118-22.
7. Matveev, A.A. (1988), *Optics*, Mir, Moscow, 445 p.
8. Ryazantsev, O., Khoroshun, G., Riazantsev, A., Ivanov, V. and Baturin, A. (2019), "Statistical Optical Image Analysis for Information System", *Proc. of 2019 7th Int. Conf. on Future Internet of Things and Cloud Workshops (FiCloudW)*, Istanbul, Turkey, IEEE 2019, pp. 130-134, DOI: <https://doi.org/10.1109/FiCloudW.2019.00036>.
9. Savinkov S. (2020), *Pareto Law or Principle 80/20*, available to: <http://www.f-abp.ru/kino.php>.
10. Ganna Khoroshun (2020), "Diffraction phenomenon description method based on by the topological objects set and the algorithm for distinguishing the minimum from zero intensity", *Advanced Information Systems*, Vol. 4, No. 3, pp. 17-21, DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.3.03>
11. Khoroshun, A., Chernykh, A., Kirichenko, J., Ryazantsev, O. and Bekshaev, A. (2017), "Singular skeleton of a Laguerre-Gaussian beam transformed by the double-phase-ramp converter", *Appl. Opt.*, Vol. 56, Iss. 12, pp. 3428-3434
12. Lamperska, W., Masajada, J., Drobczyński, S. and Wasylczyk, P. (2020), "Optical vortex torque measured with optically trapped microbarbells", *Appl. Opt.*, Vol. 59, pp. 4703-4707.

Received (Надійшла) 28.09.2020

Accepted for publication (Прийнята до друку) 04.11.2020

ABOUT THE AUTHORS / ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Хорошун Ганна Миколаївна – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри будівництва, урбаністики та просторового планування, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Северодонецьк, Україна;
Ganna Khoroshun – PhD (Optics and Laser Physics), Associated Professor of Department of Construction, Urban and Spatial Planning, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Severodonetsk, Ukraine;
 e-mail: an_khor@i.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1272-1222>.

Методы поддержки принятия решений при проведении оптических исследований

Г. М. Хорошун

Аннотация. Разработаны методы поддержки принятия решений для задач прикладной оптики, в которых необходимо принять решение по качеству изображения и соответствию требованиям, которые определяются его дальнейшим использованием. Обсуждены выбор калиброванного теоретического изображения, по которому проверяется правильность проведения расчетной работы. Приведен алгоритм, по которому улучшается полученное численное изображение. В работе определены недостатки систем машинного зрения, такие как дефекты элементов системы, разьюстирование системы, шумы, неудачная схема эксперимента, которые снижают качество экспериментального изображения. Для установления взаимосвязей между причинами и последствиями недостатков построена таблица с причинами образования недостатков на дифракционной картине по схеме Исикава. Качество и пути совершенствования экспериментального изображения устанавливаются с использованием диаграммы Парето. Совершенствование происходит итерационно и позволяет постепенно улучшить качество изображения до максимально возможного значения в экспериментальной схеме. Введено два этапа принятия решений - первый определяет совершенство экспериментального изображения, а второй его приемлемость в качестве главного результата работы по мнению экспертов. Полнота альтернатив в анализе приведена рекомендациями по дальнейшим действиям, а величина погрешности, благодаря комбинации двух методов: диаграммы Парето и мнения экспертов, не превышает 5%.

Ключевые слова: дифракционное изображение; система поддержки принятия решений; метод Парето.

Decision support methods in optical research

Ganna Khoroshun

Abstract. Decision support methods are developed for the problems in applied optics in which it is necessary to make decisions about image quality and its compliance with the requirements that are determined by its further use. The choice of the calibrated theoretical image on which correctness of carrying out of settlement work is checked is discussed. An algorithm according to which the obtained numerical image is improved is given. The paper identifies the disadvantages of machine vision systems, such as defects in system elements, system debugging, noise, unsuccessful experimental scheme that reduce the quality of the experimental image. To establish the relationship between the causes and consequences of defects, a table with the causes of the defects formation in the diffraction pattern according to the scheme of Ishikawa is builded. The quality and ways to improve the experimental image are established using a Pareto diagram. Improvement occurs iteratively and allows to improve gradually the image quality to the maximum possible value in the experimental scheme. Two stages of decision-making are introduced - the first determines the perfection of the experimental image, and the second its acceptability as the main result of the work according to experts' opinion. The completeness of the alternatives in the analysis is given by the recommendations for further action, and the magnitude of the error due to a combination of two methods: Pareto diagram and experts opinion does not exceed 5%.

Keywords: diffraction image; decision support system; Pareto method.