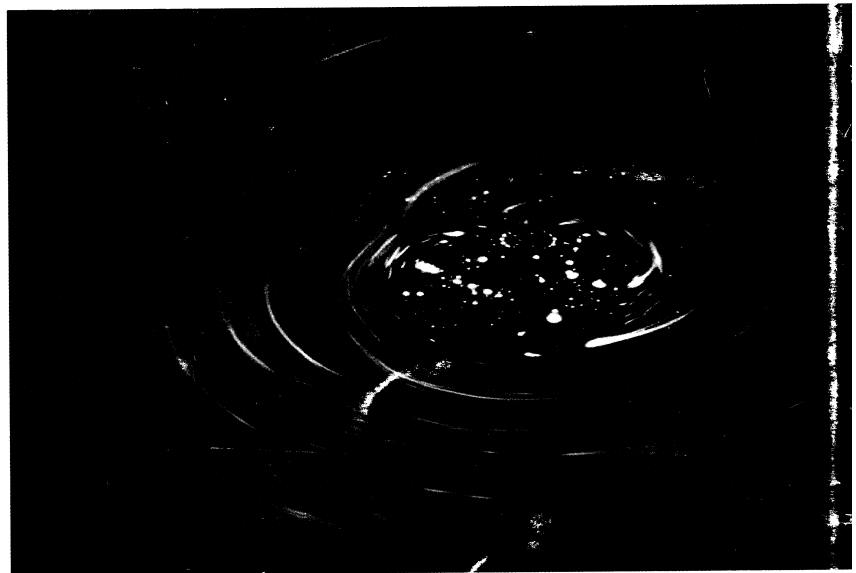




ISSN 1681-7893

**ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ  
ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ**



**OPTOELECTRONIC  
INFORMATION-POWER  
TECHNOLOGIES**

**№1 (11), 2006**

УДК 621.3

Р.В. МАСЛІЙ, А.Я. КУЛИК

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЯВЛЕННЯ ОБЛИЧЧЯ НА ЗОБРАЖЕННЯХ

*Вінницький національний технічний університет  
95, Хмельницьке шосе, м. Вінниця, 21021, Україна*

**Анотація.** Представлений порівняльний огляд методів виявлення обличчя на зображеннях. Розглянуто переваги і недоліки методів. Запропонований алгоритм пошуку обличчя, побудований на основі методу зіставлення з еталоном.

**Аннотация.** Предоставлен сравнительный обзор методов выявления лиц на изображениях. Рассмотрены преимущества и недостатки методов. Предложен алгоритм поиска лица, построенный на основе метода сравнения с эталоном.

**Abstract.** The comparative review of methods of revealing of persons on images. Advantages and lacks of methods are considered. The algorithm of search of the person, constructed on the basis of a method of comparison with the standard is offered.

### АКТУАЛЬНІСТЬ

Проблема формалізації й автоматизації процесу ідентифікації людини за зображенням обличчя з'явилась ще на початкових стадіях розвитку систем розпізнавання образів [1], але залишається не повністю вирішеною дотепер. Протягом останнього десятиріччя кількість наукових досліджень і публікацій по даній тематичі постійно росте, що свідчить про актуальність цієї проблеми [2]. За останні кілька років у зв'язку з загостренням тероризму у всьому світі спостерігається бурхливий розвиток біометричних систем [3]. За даними міжнародної асоціації комп'ютерної безпеки, очікується, що ідентифікація людини за зображенням обличчя буде найбільш використовуваною біометричною технологією, оскільки вона виявляється достатньо швидкою, точною та безконтактною [3]. Ідентифікація людей за обличчями може застосовуватися в системах контролю посвідчень особи, в системах інформаційної безпеки (доступ до ЕОМ та окремих програм, баз даних), в банківській сфері (в банкоматах)[4].

Під час проектування систем ідентифікації людини за зображенням обличчя проводять попередню обробку зображень, для того щоб привести початкові зображення до єдиного масштабу, подібних характеристик яскравості і бажано до єдиного ракурсу. Виділення обличчя на зображенні є одним з перших кроків під час попереднього оброблювання зображень. Обчислювальна складність та відповідно час виконання багатьох алгоритмів виявлення обличчя на зображенні ускладнюють їх використання для роботи у системах реального часу [5].

Метою даної роботи є побудова алгоритму виявлення обличчя на зображенні, який би мав невисоку обчислювальну вартість, а також, який можна було б використовувати в системах реального часу на етапі попередньої обробки зображення. Для цього в роботі проводиться огляд існуючих методів виявлення зображення, розглядаються переваги та недоліки цих методів.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Існуючі алгоритми виявлення обличчя можна розбити на дві широкі категорії. До першої категорії відносяться методи, які беруть до уваги людський досвід і роблять спробу формалізувати і алгоритмізувати цей досвід, побудувавши на його основі автоматичну систему розпізнавання. Інша категорія опирається на інструментарій розпізнавання образів, розглядаючи задачу виявлення обличчя, як частковий випадок задачі розпізнавання [5].

## ЕМПІРИЧНЕ РОЗПІЗНАВАННЯ

Серед методів, які роблять спробу визначити і використати принципи, якими керується мозок при вирішенні задачі розпізнавання можна виділити два напрями: методи розпізнавання "зверху-вниз", що основані на знаннях та методи "знизу-вверх", що основані на особливостях.

Розпізнавання "зверху-вниз" означає побудову деякого набору правил, яким повинен відповідати фрагмент зображення, для того щоб бути визнаним за людське обличчя [5]. Цей набір правил є спробою формалізувати емпіричні знання про те, як саме виглядає обличчя на зображеннях і чим керується людина при прийнятті рішення обличчя вона бачить чи ні. Досить легко побудувати набір простих і очевидних властивостей зображення обличчя, наприклад: обличчя як правило симетричне, риси обличчя (очі, ніс, рот) відрізняються від шкіри за яскравістю, риси обличчя розташовані певним чином. Опіраючись на перераховані властивості можна побудувати алгоритм, який перевіряє їх наявність на фрагменті зображення. До цього сімейства методик можна також віднести розпізнавання за допомогою еталонів, заданих розробником. Еталони задають деякий стандартний вигляд зображення обличчя, наприклад, шляхом описування властивостей окремих частин обличчя і їх можливого розташування. Виявлення обличчя за допомогою порівняння з еталоном полягає в перевірці кожної з частин зображення на відповідність заданому еталону.

Даний підхід може бути досить ефективним в певних умовах, але час його роботи досить великий через необхідність опрацювати великий обсяг даних. При використанні вказаного методу потрібно оптимізувати кількість частин зображення, що аналізуються та встановити безпосередні границі виявленого обличчя [6].

Розпізнавання "знизу-вверх" використовує інваріантні ознаки (invariant features) зображень обличчя, спираючись на припущення, що оскільки людина може без зусиль розпізнати обличчя на зображенні незалежно від його орієнтації, умов освітлення та індивідуальних особливостей, то повинні існувати деякі ознаки наявності обличчя на зображенні, інваріантні щодо умов зйомки. Алгоритм роботи методів розпізнавання "знизу-вверх" може бути коротко описаний у такий спосіб:

5. Виявлення елементів і особливостей (features), що характерні для зображення обличчя [5]:
  - Краї – різкі переходи яскравості, які часто відповідають рисам обличчя – границям очей, брів, рота, носа;
  - Яскравість. У деяких роботах робиться спроба використовувати визначені схеми взаємін змін яскравостей, характерних для деяких рис обличчя;
  - Колір. Як показали експерименти, колір шкіри різних людей займає досить невелику обмежену підобласть кольорового простору, що дозволяє зробити висновок про близькість відтінку кольору шкіри різних людей і використовувати характерний колір шкіри як ознаку для розпізнавання обличчя;
  - Характерна форма рис обличчя. Така, наприклад, як симетричність, близькість границі рис обличчя по формі до параболи.
6. Аналіз виявлених особливостей, винесення рішення про кількість і розташування обличчя.

Після того, як на зображенні виділені зони, що мають властивості, характерні для людського обличчя, формується їхня комплексна перевірка для виявлення частин зображення, що дійсно є обличчям. Сутність цієї перевірки залежить від характеру використовуваних ознак, а також від вибраної дослідниками стратегії. Наприклад, якщо у якості ознаки виступають потенційні риси обличчя, виявлені за допомогою аналізу карти країв, то перевіркою буде аналіз їхнього взаємного розташування з метою визначення, чи можуть вони утворювати людське обличчя. Якщо використовується також розпізнавання по кольору, то може бути додана додаткова умова, що розглядатися як потенційні обличчя будуть тільки частини зображення близькі по кольору до відтінку шкіри, причому форма цих частин повинна бути еліптичною. Перевірка співвідношення виявлених ознак обличчя може бути заснована на: деякому емпіричному алгоритмі, статистиці взаємного розташування ознак, зібраної за зображеннями обличчя, моделюванні процесів, що відбуваються в людському мозку при розпізнаванні візуальних зображень, застосуванні жорстких або деформованих шаблонів розташування рис обличчя тощо [5].

## МОДЕЛЮВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ОБЛИЧ

Друге сімейство методів підходить до проблеми з іншого боку, і, не намагаючись у явному вигляді формалізувати процеси, що відбуваються в людському мозку, намагаються виявити закономірності і властивості зображення обличчя неявно, застосовуючи методи математичної статистики і машинного навчання. Методи цієї категорії спираються на інструментарій розпізнавання образів, розглядаючи задачу виявлення обличчя, як окремих випадок задачі розпізнавання. Зображенню (або його фрагментів) ставиться у відповідність деяким чином обчислений вектор ознак, що використовується для

розподілу зображень на два класи - обличчя/не обличчя. Найпоширенішим способом одержання вектора ознак є використання самого зображення: кожен піксель стає компонентом вектора, перетворюючи чорно-біле зображення  $n \times m$  у вектор простору  $R^{n \cdot m}$ . Недоліком такого представлення є надзвичайно висока розмірність простору ознак. Перевага полягає в тому, що використовуючи все зображення цілком замість обчислень на його основі характеристик, із усієї процедури побудови класифікатора (включаючи виділення стійких ознак для розпізнавання) цілком виключається участь людини, що потенційно знижує імовірність помилки побудови неправильної моделі зображення обличчя внаслідок невірних рішень і оман розроблювача.

Зазвичай пошук обличчя на зображеннях за допомогою методів, заснованих на побудові математичної моделі зображення обличчя, полягає в повному переборі всіх прямокутних фрагментів зображення всіх розмірів і проведення перевірки кожного з фрагментів на наявність обличчя. Оскільки схема повного перебору володіє такими безумовними недоліками, як надмірність і велика обчислювальна складність, авторами застосовуються різні методи скорочення кількості розглянутих фрагментів.

Серед таких методів можна виділити *метод головних компонентів* та *факторний аналіз*, які ставлять своєю метою знайти підпростір меншої розмірності, що шнайкраще описує набір тренувальних зображень. Задачею лінійного *дискримінантного аналізу* є знаходження проєкції у простір, в якому різниця між різними класами об'єктів максимальна. Застосування *методу опорних векторів* до задачі виявлення обличчя полягає в пошуку гіперплощини в просторі ознак, що відокремлює клас зображень "обличчя" від зображень "не-обличчя" [5].

*Штучні нейронні мережі* давно і успішно застосовуються для рішення багатьох задач розпізнавання. Для рішення задачі виявлення обличчя застосовувалася велика кількість нейронних мереж різних архітектур [7], зокрема: багатопшарові перцептрони, probabilistic decision-based neural networks (PDBNN) тощо. Перевагою використання нейромереж для рішення задачі виявлення обличчя є можливість одержання класифікатора, що добре моделює складну функцію розподілу зображень обличчя  $p(x | \text{face})$ . Недоліком же є необхідність у ретельному і кропіткому настроюванні нейромережі для одержання задовільного результату класифікації.

Для застосування *прихованих марковських моделей* (ПММ) до задачі виявлення обличчя, потрібно визначити спосіб, яким зображення обличчя перетвориться на сигнал (набір послідовних спостережень). Зображення обличчя можна природним образом розділити на кілька горизонтальних частин: чоло, очі, рот і підборіддя. Обличчя може бути представлене у вигляді сигналу, яким вони передаються у визначеному порядку (зазвичай, зверху-вниз, зліва-направо). Таким чином, зображення обличчя формується у вигляді послідовності спостережень векторів (кожний з векторів являє собою горизонтальну смугу пікселів обличчя), що під час тренування і розпізнавання послідовно передаються випадковому процесові, який моделюється ПММ [5].

## ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ МЕТОДІВ

Основа методів першої категорії - емпірика, є одночасно їх сильною і слабкою стороною. Велика мінливість об'єкта розпізнавання, залежність вигляду обличчя на зображенні від умов зйомки і освітлення дозволяють без коливань віднести виявлення обличчя на зображенні до задач високої складності. Застосування емпіричних правил дозволяє побудувати деяку модель зображення обличчя і звести задачу до виконання деякої кількості простих перевірок. Однак, незважаючи на безумовно розумну посилку - спробувати використовувати і повторити вже успішно функціонуючий інструмент розпізнавання - людський зір, методи першої категорії поки далекі по ефективності від свого прообразу, оскільки дослідники, які вирішили обрати цей шлях, зіштовхуються з кількома серйозними труднощами. По-перше, процеси, що відбуваються в мозку під час рішення задачі розпізнавання зображень вивчені далеко не повністю, і той набір емпіричних знань про людське обличчя, що доступний дослідникам на "свідомому рівні", далеко не вичерпує інструментарій, використовуваний мозком "підсвідомо". По-друге, важко ефективно перевести неформальний людський досвід і знання в набір формальних правил, оскільки надто жорсткі рамки правил приведуть до того, що в ряді випадків обличчя не будуть виявлені, і навпроти, занадто загальні правила приведуть до великої кількості випадків помилкового виявлення.

Можна перелічити наступні проблеми, загальні для методів другої категорії:

Залежність від орієнтації і масштабу обличчя. Більшість класифікаторів не є інваріантними до повороту обличчя в площині зображення і зміні його розміру. Тому для успішного виявлення обличчя,

відмінного по розмірі або орієнтації від обличчя у тренувальному наборі, потрібне додаткове оброблення вхідного зображення (масштабування, поворот). Проблему зміни масштабу вирішують, звичайно, шляхом повного перебору всіх можливих прямокутних фрагментів зображення всіх можливих розмірів. Спроба ж розглядати ще і всі можливі кути повороту обличчя у площині зображення приведе до того, що час виконання і без того тривалої процедури перебору фрагментів перевищить усі допустимі межі. Якщо говорити про поворот голови поза площиною зображення, то це є проблемою для багатьох методів з обох категорій, оскільки при значному повороті обличчя на зображенні змінюється настільки сильно, що багато ознак і правил (заданих розроблювачем або отриманих неявно) розпізнавання фронтального зображення обличчя стають зовсім непридатними.

Неявний спосіб визначення ознак для розпізнавання обличчя містить у собі потенційну небезпеку: класифікатор, що володіє недостатньо репрезентативним набором зображень обличчя, теоретично може виділити вторинні або помилкові ознаки в якості важливих. Один з наслідків - потенційна залежність від освітлення, що переважало в тренувальному наборі. У ряді випадків застосовується додаткове попереднє оброблення зображення для компенсації впливу освітлення.

Висока обчислювальна складність. По-перше, самі класифікатори часто містять у собі велику кількість достатньо складних обчислень; по-друге, повний перебір усіх можливих прямокутних фрагментів зображення вже сам по собі займає велику кількість часу. Це ускладнює використання деяких методів у системах реального часу (наприклад - відстеження переміщення обличчя у відеопотоці).

Помітне розходження між першою і другою категорією описаних методів полягає ще й у тому, що емпіричні методи часто досить прості в реалізації, і надають можливість гнучкого налаштування на конкретну задачу шляхом модифікації інтуїтивно зрозумілих параметрів. Методи, що використовують інструментарій розпізнавання образів, вимагають значних зусиль по формуванню тренувальних наборів зображень і навчанню класифікатора. Вплив параметрів, що контролюють класифікатор, на його поводження часто далеко неочевидний. Однак складність створення працюючих прототипів методів другої категорії частково компенсується високими заявленими показниками якості розпізнавання на великих колекціях зображень.

#### АЛГОРИТМ ПОШУКУ ОБЛИЧЧЯ НА ЗОБРАЖЕННІ ПОБУДОВАНИЙ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ЗІСТАВЛЕННЯ З ЕТАЛОНОМ

Незважаючи на очевидний прогрес, обчислювальна вартість і відповідно час роботи розглянутих алгоритмів особливо другої категорії методів не дозволяє їх використовувати в системах реального часу на етапі попереднього оброблення. Крім того, в більшості випадків автори вирішують задачу виявлення обличчя на групових знімках або на фотопортретах з однотонним фоном.

У даній статті пропонується оригінальний алгоритм пошуку області обличчя, побудований на основі методу зіставлення з еталоном. Алгоритм не має зазначеного вище недоліку -- великої обчислювальної вартості і дозволяє працювати всій системі в режимі реального часу.

Голова людини являє собою об'єкт із досить стійкими зовнішніми ознаками (в основному це брови, очі і ніс). Верхня і нижня частини голови можуть істотно відрізнятися в людей різного віку, статі, раси в основному за рахунок наявності або відсутності волоссяного покриву і, у меншій мірі, через особливості анатомічної статури. Потрібно відзначити також, що колір(відтінок) шкіри і варіації з освітленням можуть у тій чи іншій мірі «маскувати» обличчя, особливо на строкатому фоні. Додаткові складності викликає відсутність апріорної інформації, наприклад про розміри голови на фотопортреті.

Для подолання зазначених складностей на першому кроці виконується операція виділення країв на зображенні. Нехай  $A(x,y)$  зображення розміром  $m \times n$  пікселів. Під згортокою зображення  $A(x,y)$  з деякою маскою  $H(x,y)$  розміром  $k \times l$  прийемо перетворення  $A(x,y) \rightarrow A^i(x,y)$ , при якому кожен елемент зображення  $A^i(x,y)$  буде отриманий у такий спосіб:

$$a^i_{xy} = \sum_{t=1}^n \sum_{j=1}^m a_{x-t, y-j} \times h_{tj}. \quad (1)$$

Хорн у своїй книзі [8] дає наступне визначення: «Маскою називається набір використовуваних для згортки вагових коефіцієнтів, розташованих таким чином, щоб відбивати просторові відносини між елементами, до яких вони застосовуються».

За останні 30 років розроблено багато операторів виділення країв на зображенні [9]. Специфіка даної задачі вимагає застосування швидкого алгоритму, що дає надійні результати, у тому числі і на

слабоконтрастних зображеннях. Після порівняння ряду алгоритмів був обраний оператор Собеля [10]. Він являє собою згортку початкового зображення по черзі двома масками  $S_h$  і  $S_v$  розміром  $3 \times 3$  і підсумовування результатів (2):

$$S_h = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad S_v = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A = \sqrt{(S_h \otimes A)^2 + (S_v \otimes A)^2} \quad (2)$$

1-й крок: В результаті застосування оператора Собеля виходить зображення  $A'$  з виділеними краями. Застосувавши інверсію до  $A'$ , одержимо зображення

$$\bar{A}' = G - A'$$

де  $G$  - константа, рівна кількості рівнів яскравості зображення, у даному випадку  $G = 255$ .

На 2-му кроці  $\bar{A}'$  бінаризується відповідно до методу Отсу [11]  $A'' = Ot(\bar{A}')$ :

$$A'' = Ot(\bar{A}') = \begin{cases} 0, & \bar{a}_{ij} \leq T^{opt}; \\ 1, & \bar{a}_{ij} > T^{opt}; \end{cases} \quad (3)$$

де  $T^{opt}$  - оптимальний для  $\bar{A}'$  поріг бінаризації, обчислений у відповідності з дискримінантним критерієм максимальної міжкласової (об'єкт/фон) дисперсії рівнів яскравості [10].

3-й крок: Для  $A''$  будується піраміда, що складається з множини зображень  $M_2 = \{A''_1, A''_2, A''_3\}$ , де  $A''_t$  - зображення з розмірами  $(m/c) \times (n/c)$ ,  $c = 2 \times t + p$  (оптимальне значення  $p$  потрібно визначити емпірично), кожен піксель  $a_t''$  обчислюється у відповідності з виразом:

$$a_t''(i, j) = \frac{1}{c^2} \sum_{x=i-c/2}^{i+c/2} \sum_{y=j-c/2}^{j+c/2} a_t''(x, y) \quad (4)$$

4-й крок: Розміри зображень  $A''_t$  відрізняються, відповідно і розміри обличчя (у пікселях) будуть варіюватися. При зіставленні еталона  $C$  фіксованого розміру з кожним з  $A''_t$ , різниця в масштабі не грає суттєвої ролі: там, де мозаїчне зображення області обличчя буде збігатися по розміру з еталоном, функція порівняння  $F(A''_t, C)$  буде мати мінімальне значення. У якості  $F(A''_t, C)$  була обрана міська метрика [10]:

$$F(A''_t, C) = d(A''_t, C) = \sum_{x=i-1m/2}^{i+1m/2} \sum_{y=j-1n/2}^{j+1n/2} |a_t''(x, y) - C(x, y)| \quad (5)$$

У результаті, оцінивши кожен з областей зображення, де може знаходитися обличчя, вибирається та, при порівнянні з якою  $F(A''_t, C)$  дає мінімальний відгук. Якщо різниця в значеннях оцінки  $F$  для декількох областей мінімальна або відсутня, то перевіряються відповідні їм області на суміжних мозаїках  $A''_{t-1}$ ,  $A''_{t+1}$  та обчислюється комплексна оцінка.

Підбір оптимальної кількості рівнів піраміди  $M_2 = \{A''_1, A''_2, A''_3\}$  та еталона області обличчя потрібно провести емпірично.

Варто відмітити, що при збільшенні відношення площі області лиця до площі області зображення алгоритм буде працювати швидше, оскільки потрібно буде перебрати меншу кількість частин обличчя для порівняння з еталоном.

## ВИСНОВКИ

У статті розглянуті методи виявлення обличчя на зображеннях, визначені недоліки та переваги цих методів. Після аналізу розглянутих методів був вибраний метод порівняння з еталоном на основі

якого розроблений алгоритм, який має невелику обчислювальну вартість та дозволяє працювати без попереднього навчання та налаштувань в режимі реального часу на етапі попереднього оброблення зображення.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Файн В.С. Опознавание изображений. М.: Наука, 1970., 299 с.
2. E. Hjelmas and B.K. Low, " Face detection: A survey"// Journal of Computer Vision and Image Understanding, vol. 83, PP. 236-274, 2001.
3. Александр Евангелин. Технологии биондентификации и биометрический рынок// PC Week/RE № 7, 2003 г., С. 24.
4. Jain A.K., Hong L. and Pankanti Sh. Biometric identification// Communications of the ACM., 2000., Vol.43., N.2., P.91-98.
5. Вежневцев В., Дегтярева А., Обнаружение и локализация лица на изображении <http://cgm.graphicon.ru:8080/issue2/index.html>.
6. Colmenarez A. J. and Huang T.S. Frontal view face detection// Proceedings of SPIE. - 1995. - Vol.2501. - Part 1. - P. 90-98.
7. H. A. Rowley, S. Baluja, and T. Kanade. "Neural network-based face detection"// IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. 20, PP. 23-38., January 1998.
8. Хорн Б. К.П. Зрение роботов. М.: Мир, 1989. - 400с.
9. Umbaugh S.E. Computer Vision and Image Processing. Prentice Hall PTR.- Upper Saddle River.- 1999. . P. 504.
10. Klette R., Zamperoni P. Handbook of image processing operators// John Wiley & Sons. - Chichester.- 1996.- P.398.
11. Otsu N., A threshold selection method from the gray-level histograms// IEEE Trans. on Syst., Man, Cybern. - 1979. -Vol.SMC-9. - No.1. - P.62-67.

Надійшла до редакції 28.10.2005 р.

**МАСЛІЙ Р. В.** – асистент кафедри автоматки та комп'ютерних систем управління, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна.

**КУЛИК А. Я.** – к.т.н., доцент кафедри автоматки та комп'ютерних систем управління, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна.

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

# Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології

№1(11), 2006

Передплатний індекс 91673

Зареєстрований Державним комітетом інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України. Свідоцтво про реєстрацію – КВ № 4975 від 23.03.2001 р.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради ВНТУ, протокол № 6 від 29.12.2005 р.

Редактори: Веремієнко С.Я., Прадівляний М.Г.  
Технічні редактори: Кожем'яко А.В., Кобзаренко Р.Л., Яровий А.А.

Підписано до друку 07.04.2006. Формат 29,7 × 42 ½. Гарнітура Times New Roman.  
Папір офсетний. Друк різнографічний. Умовн. друк. арк. 29,33  
Тираж 150 прим. Зам № 2006-090  
Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі  
Вінницького національного технічного університету  
Україна, 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 93, ВНТУ, ГНК, кімната 114  
Тел.: +380 (432) 598159

© Вінницький національний технічний університет, оформлення, верстка, 2006

---

---

**АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:**  
Україна, 21021, м. Вінниця,  
вул. Хмельницьке шосе, 95.

Тел.: +380 (432) 59-81-25; 59-80-19  
Факс: +380 (432) 46-57-72  
<http://www.vstu.vinnica.ua/~oeipt/>  
E-mail: [oeipt@vstu.vinnica.ua](mailto:oeipt@vstu.vinnica.ua)

---

---