1. Маїк В. З. Тиснення: технології, матеріали, устаткування / В. З. Маїк. — Львів: НВП «Мета», 1997. — 176 с. 2. Пат. №92087 Україна. МПК (2009) B23K 26/00, B32B 27/38, B41C 1/00. Спосіб виготовлення штампів для тиснення лазерним гравіюванням та полімерна композиція для його реалізації / В.З. Маїк, Б.О. Зайцев, І.Д. Швабська, Л.Г. Слєпцова, Г. Храмова; заявл. 29.12.2008; опубл. 27.09.2010. Бюл. №18, 2010. 3. Ярка Н.В. Дослідження якості фотополімерних штампів, виготовлених за фотохімічною та лазерною технологіями / Н. В. Ярка, Е. Т. Лазаренко, В. З. Маїк [та ін.] // Полігр. і вид. справа. — 2011. — №2. — С. 99–106. 4. Ярка Н.В. Термомеханічні і термогравіметричні дослідження фотополімерних штампів лазерного гравіювання для тиснення / Н.В. Ярка, В.З. Маїк, В.В. Кочубей // Полігр. і вид. справа. – 2012. – №3(59) – С. 96–100. 5. Крыжановский В. К. Технические свойства полимерных материалов : учеб.-справ. пособие / В. К. Крыжановский, В. В. Бурлов, А. Д. Паниматченко [и др.]; 2-е изд испр. и доп. — СПб. : Профессия, 2005. — 248 с. 6. Коршак В. В. Химическое строение и температурные характеристики полимеров. / В. В. Коршак. — М. : Наука, 1970. — 420 с. 7. Годовский Ю. К. Теплофизические методы исследования полимеров / Ю. К. Годовский. — М. : Химия, 1976. — 216 с. 8. Павлова С.-С.А. Термический анализ органических и высокомолекулярных соединений / С.-С.А. Павлова, И. В. Журавлева, Ю. И. Толчинский. — М. : Химия, 1983. — 120 с.

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ШТАМПОВ ЛАЗЕРНОГО ГРАВИРОВАНИЯ ДЛЯ ТИСНЕНИЯ

Исследуются термомеханические и теплофизические свойства полимерных штампов лазерного гравирования с использованием разработанной жидкой сажена-полненной полимерной композиции.

THERMOPHYSICAL STUDY OF POLYMER STAMPS OF LASER ENGRAVING FOR EMBOSSING

We have studied thermomechanical and thermophysica properties of polymer stamps of laser engraving using the developed liquid soot-filled polymer composition

Стаття надійшла 10.06.2013

УДК 681. 624

Л. В. Філь

Українська академія друкарства

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПІДСВІТЛЕННЯ НА ПРОЦЕС РАСТРУВАННЯ

Побудовано математичну модель процесу растрування для елемента округлої форми з урахуванням впливу підсвітлення на характеристику растрування, наведено результати комп'ютерного моделювання.

Растрування, підсвітлення, комп'ютерне моделювання, елемент округлої форми

При підготовці оригіналів до друку широко використовують сучасні методи перетворення неперервного зображення у цифрове, його оброблення, приготування до насвітлення і виготовлення растрових друкарських форм. У

процесі растрування відбувається перетворення цифрового зображення в геометричний розподіл растрових елементів різних геометричних розмірів, залежно від тональності зображення. Растрування є основною операцією на етапі підготовки зображення до друкування, яка великою мірою впливає на якість друкованих відбитків [1, 3, 6].

У традиційних класичних методах растрування зміна градації тонів зображення здійснюється зміною відносної площі шляхом змінювання розмірів растрового елемента, наприклад, радіуса растрової точки. Вони характеризуються сталими відстанню між центрами растрових точок і лініатурою [1, 6]. Нові структури й алгоритми растрування відрізняються від класичних тим, що розміри растрових елементів однакові на всій поверхні зображення, однак частота їх розміщення різна. На світлих ділянках зображення растрових елементів менше, а відстань між ними більша. При переході до темних півтонів і тіней відбувається накопичення точок, а відстань між ними зменшується [2, 8]. Нові альтернативні методи растрування тільки почали впроваджуватись у поліграфію, тому немає належного практичного досвіду щодо їх застосування й оцінки якості растрових відбитків. Унаслідок різних причин (відсутність лініатури і кута нахилу растра) з'явилися нові ефекти растрування і недоліки, одним з яких є значний вплив розтискування растрових точок на якість відбитків [2], що вимагає проведення подальших теоретичних і експериментальних досліджень.

Незалежно від виду растрування та його структури основним носієм тональності зображення є растрові елементи, їх форма і розміри, параметри і властивості процесу растрування, які недостатньо вивчені, що утруднює подальший аналіз і розвиток традиційних й альтернативних методів растрування. Тому аналіз впливу підсвітлення на процес растрування є актуальним практичним завданням.

Методи растрування окреслені в літературі з додрукарських процесів, зокрема фотохімічних процесів. Зазвичай у більшості публікацій подаються в основному фізика процесу растрування та результати експериментальних досліджень [1, 4–6, 8]. Натомість, мало уваги приділяється математичному опису процесу растрування на етапі підготовки до друкування і виготовлення растрових друкарських форм, аналізу впливу різноманітих чинників на якість растрування на різних етапах приготування і виготовлення форм, друкування. Методи математичного описання растрового перетворення в поліграфії значно відстають від методів оброблення і перетворення цифрових зображень у комп'ютерній графіці [1, 2]. Це викликано складністю просторової дискретизації растрового репродукційного процесу та наявністю технологічних впливів різної фізичної природи. Зокрема, лазерне насвітлення пластин, фотохімічні процеси виготовлення друкарських форм, що спотворює відтворення зображень поліграфічними методами.

Метою даної статті є побудова математичної моделі перетворення неперервного зображення в растрове з урахуванням впливу підсвітлення на етапі насвітлення друкарських пластин і розробка комп'ютерних засобів аналізу.

При насвітленні копіювальних шарів через діапозитив або негатив на офсетну пластину, окрім паралельного світла, падає розсіяне світло, що негативно впливає на розміри растрових елементів. Розсіювання світла обумовлене тим, що його джерело не є точковим і знаходиться на близькій відстані до насвітлювальної пластини. Навіть при паралельному ідеальному випромінюванні в копіювальному шарі певна частина світла розсіюється і відбивається, тому виникає підсвітлення, унаслідок чого при насвітленні растрових точок створюється окіл (вуаль), що залежно від технології викликає розширення чи зменшення насвітлювального елемента. При проявленні пластини насвітлювальний елемент буде розширений або звужений [4].

До основних чинників підвищення підсвітлення належать, зокрема, збільшення розсіяного світла, відстані діапозитива (негатива) від копіювального шару, товщини копіювального шару; величина відбитого світла від підкладки, на якій розташований копіювальний шар; тривалість часу насвітлення.

На рис. 1 подана схема підсвітлення при збільшенні відстані негатива (позитива) до копіювального шару та нерівномірності його товщини.

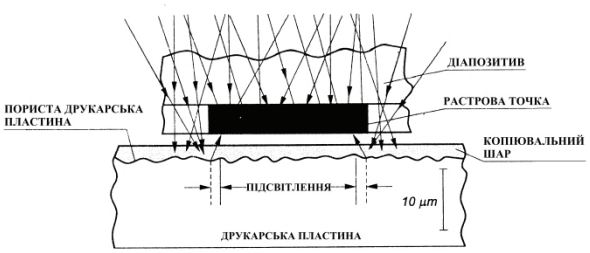

Рис. 1. Схема підсвітлення

Підсвітлення сильніше чим більша відстань насвітлювального рисунка до копіювального шару. Наприклад, дане явище виникає, коли негатив або діапозитив розміщений підкладкою до копіювального шару. Для уникнення такого підсвітлення негатив (позитив) потрібно класти на копіювальну раму так, щоб фоточутливий шар був спрямований до копіювального шару (шар до шару).

Якщо застосовують фотозатвердні шари, то підсвітлення спричиняє збільшення неосвітлених (друкувальних) елементів і зменшення недрукувальних. Використання фоторозчинних шарів підсвітлення викликає зменшення друкувальних елементів після проявлення і збільшення недрукувальних елементів.

У випадку, коли між негативом або позитивом і копіювальним шаром офсетної пластини немає щільного контакту, наприклад, існують механічне забруднення або повітряні пухирі, які утворюють місцеву прогалину між рисунком і копіювальним шаром, то створюється місцеве (локальне) підсвітлення. У разі фотозатвердних шарів локальне підсвітлення зумовлює збільшення растрових точок у вигляді локальних притемнених плям. Натомість, у випадку

фоторозчинних шарів маємо зменшення растрових точок у вигляді локальних світлих плям.

Отже, під впливом підсвітлення змінюються геометричні розміри растрових і прогалинних елементів. Дію підсвітлення на процес растрування зазвичай оцінюють шириною точки, яку ще називають приростом растрової точки [4]. Величина приросту при підсвітленні залежить насамперед від якості негатива (позитива), параметрів офсетної пластини та копіювального пристрою; становить близько 10 мкм і до того ж мало вивчена. Тому розглянемо задачу побудови моделі процесу растрування з урахуванням впливу підсвітлення при наступних припущеннях: ширина точкування, обумовлена підсвітленням, є сталою і не залежить від геометричних розмірів растрового елемента та лініатури растра.

Розглянемо задачу побудови моделі процесу растрування з урахуванням підсвітлення для найбільш розповсюдженого растрового елемента округлої форми. Зазвичай растрова точка розміщається в центрі растрової решітки, розміри якої дорівнюють кроку лініатури. Схема геометрії растрування зображена на рис. 2.

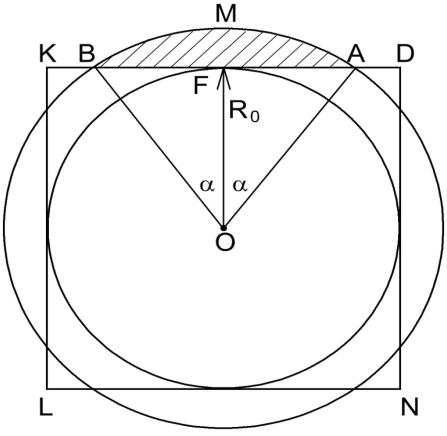

Рис. 2. Схема геометрії растрування

Розміри елементарного растрового квадрата KLND сталі і визначаються лініатурою растра. Растровий елемент округлої форми розташований у центрі растрової решітки O. У процесі растрування змінюються його геометричні розміри, котрі подамо радіусом кола, довжина якого змінюється від нуля до відрізка OF, і, відповідно, збільшується площа растрового елемента. Якщо прийняти геометричні розміри растрового елемента за незалежну змінну, то за схемою (рис.2) визначимо площу округлого растрового елемента:

$$S_a = \pi x^2, \text{ якщо } 0 \le x \le b_0, \qquad (1)$$

де x – просторова змінна (радіус растрового елемента); b_0 – половина сторони елементарного квадрата (відрізок OF, радіус кола R_0, вписаного в растровий квадрат).

При дальшому збільшенні радіуса растрова точка втрачає форму кола і її поверхня поступово обмежується растровим квадратом, а радіус, згідно з геометрією рис.2, прямує до свого максимального значення (відстані OD):

$$R_{м} = OD = \sqrt{2}b_0. \tag{2}$$

У такому разі площа растрового елемента стає площею фігури, яку відсікає квадрат KLND від круга радіусом $R_0 \le R \le R_{м}$, і може бути виражена як різниця площі круга й сумарної площі чотирьох сегментів (заштриховані на рис.2):

$$S_a = \pi R_0^2 - 4S_{сегмABM}. \tag{3}$$

На основі геометрії растрової точки (рис. 2) знайдемо площу одного сегмента:

$$S_{сегмABM} = R^2 arctg\frac{\sqrt{R^2 - R_0^2}}{R_0} - R_0\sqrt{R^2 - R_0^2}. \tag{4}$$

За такої умови площа растрового елемента буде площею відповідної геометричної фігури на рис. 2, яку визначимо після підстановки виразу (4) у (3).

$$S_a = \begin{cases} \pi x^2, якщо 0 \le x \le R_0 \\ \pi x^2 - 4x^2 arctg\dfrac{\sqrt{R^2 - R_0^2}}{R_0} + 4R_0\sqrt{x^2 - R_0}, якщо R_0 \le x \le R_{м} \end{cases}. \tag{5}$$

Зауважимо, що у цій формулі $R = x$ є незалежною просторовою змінною, а площа растрового елемента визначається через радіус кола R_0, вписаного в растровий квадрат і його лініатуру:

$$R_0 = OF = \frac{1}{2L}, \tag{6}$$

де L – лініатура растра.

Для спрощення і зручності порівняльного аналізу замінимо абсолютну площу растрового елемента відносною площею, яку визначимо через лініатуру растра:

$$S = \frac{S_a}{S_{м}} = \frac{S_a}{L^2}, \tag{7}$$

де $S_{м} = 1/L^2$ – максимальне значення площі растрового елемента (площа растрового квадрата).

Після підстановки формула для визначення відносної площі растрової точки матиме вигляд

$$S = \begin{cases} \dfrac{\pi x^2}{L^2} \\ \dfrac{\pi x^2}{L^2} - \dfrac{4x^2}{L^2} arctg\sqrt{\dfrac{4x^2}{L^2} - 1} + \sqrt{\dfrac{4x^2}{L^2} - 1} \end{cases}, \begin{matrix} якщо 0 \le x \le R_0 \\ якщо R_0 \le x \le R_{м} \end{matrix}. \tag{8}$$

Урахуємо вплив підсвітлення на процес растрування, яке викликає приріст растрової точки за умови, що приріст радіуса сталий і не залежить від геометричних розмірів растрового елемента й лініатури. Тоді, згідно зі схемою геометрії растрування (рис. 2), за прийнятих умов з виразу (8) одержимо формулу для визначення характеристики растрування, яка враховує вплив підсвітлення:

$$S_n(x) = \begin{cases} \dfrac{\pi(x+c)^2}{L^2}, якщо c \le x \le R_0 - c \\ \dfrac{\pi(x+c)^2}{L^2} - \dfrac{4(x+c)^2}{L^2} arctg\sqrt{4(x+c)^2 - 1} + \sqrt{\dfrac{4(x+c)^2}{L^2 - 1}}, якщо R_0 - c \le x \le R_м \end{cases}, \quad (9)$$

де c – величина приросту растрової точки, обумовлена підсвітленням.

Якщо у виразі (9) лінійно змінювати незалежну просторову змінну $x = R$ у заданих межах, то за ним можна розрахувати і побудувати характеристику растрування при наявності впливу підсвітлення. Розв'язання цієї задачі традиційним методом складання алгоритму і програми трудомістке, вимагає вміння програмувати та налагоджувати її. Простіше поставлену задачу можна розв'язати, застосувавши об'єктно-орієнтоване програмування в пакеті Simulink. Відповідно до засад моделювання на основі одержаних вище формул розроблено структурну схему моделі процесу растрування при підсвітленні з функціональних блоків бібліотеки Simulink (рис. 3).

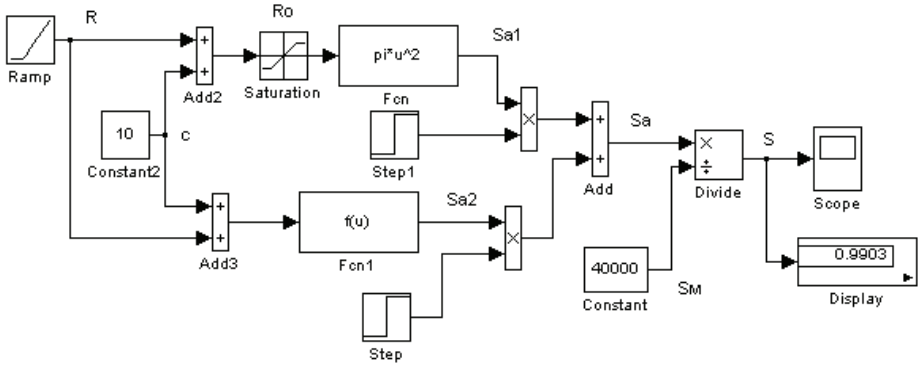

Рис. 3. Структурна схема моделі процесу растрування при наявності підсвітлення

Основними базовими блоками є блоки математичних функцій Fcn, у діалогових вікнах яких записують вираз (9) для знаходження площ растрового елемента для різних діапазонів незалежної просторової змінної, котрою є радіус, що генерує блок Ramp. У верхньому блоці математичної функції Fcn обчислюється площа растрової точки на діапазоні $[c \le R \le R_0 - c]$. Натомість, у нижньому блоці розраховується площа растрової точки на діапазоні $[R_0 - c \le R_0 \le R_м]$. Управління переключенням діапазонів забезпечують блоки Step, що налаго-

джуються на задані діапазони. Величину підсвітлення, якій відповідає приріст розміру радіуса растрової точки, задає блок Constant. При обчисленні площ на різних діапазонах вона підсумовується в суматорі. Відносна площа розраховується блоком Divide, шляхом ділення абсолютної площі растрового елемента на її максимальне значення. Візуалізація результатів обчислення висвітлюється блоком Skope у вигляді графіків характеристики растрування та блоком Display у вигляді числових відліків.

Основною метою комп'ютерного моделювання була побудова характеристики растрування при підсвітленні й аналіз впливу підсвітлення на якість процесу растрування. Результати першої серії комп'ютерного моделювання у вигляді характеристики растрування при впливі підсвітлення, величина якого становить с = 10 мкм для лініатури L=100 лін/см, окреслено на рис. 4.

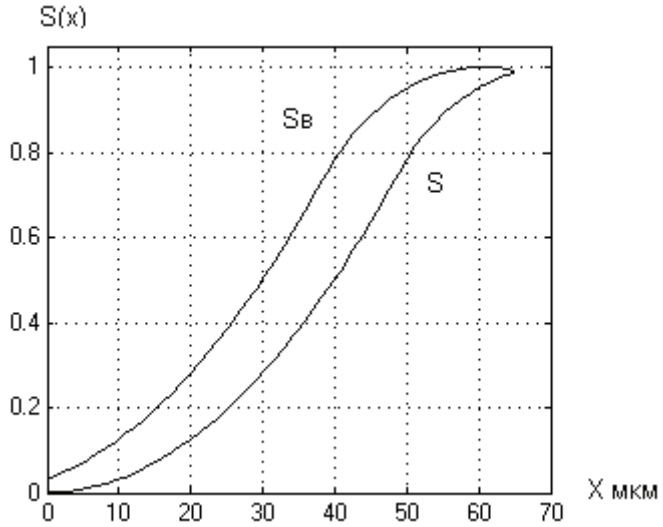

Рис. 4. Характеристика растрування при підсвітленні для лініатури 100 лін/см

Для порівняння на рис. 4 знизу зображено характеристику растрування для вихідної системи без підсвітлення. Отже, підсвітлення спричиняє зміщення характеристики растрування вверх, що проходить майже еквідистантно вихідній. Якщо розміри растрової точки найменші (1–2 мкм), то характеристика растрування скачком піднімається вище вихідної і з наростаючою швидкістю прямує вверх. Коли розмір растрової точки становить 40 мкм – перегинається, темп її наростання поступово спадає, а відносна площа простує до одиниці.

Результати наступної серії комп'ютерного моделювання впливу підсвітлення для *с* = 20 мкм і лініатури растра 30 лін/см подано на рис. 5.

Як видно з рис. 5, підсвітлення викликає значно менше зміщення характеристики растрування вверх від вихідної. Порівнюючи цю характеристику з попередньою, доходимо висновку, що зменшення лініатури помітно послаблює вплив підсвітлення на характеристику растрування. Фізично це явище поясню-

ється тим, що при зменшенні лініатури відбувається збільшення геометричних розмірів растрової точки, а величина підсвітлення є сталою і не залежить від геометричних розмірів растрового елемента.

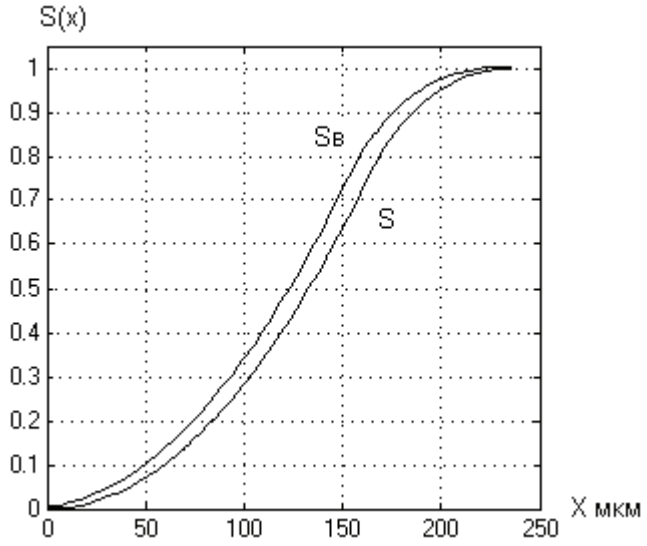

Рис. 5. Графік відхилення характеристики растрування під впливом підсвітлення для лініатури 30 лін/см

Проаналізовано нами і відхилення характеристики растрування при впливі підсвітлення для лініатур 100, 50 та 30 лін/см. Максимальне відхилення характеристики растрування від вихідної маємо при лініатурі 100 лін/см – 28,27%; при лініатурі 50 лін/см ця величина зменшується вдвічі. Найменше відхилення зафіксовано при лініатурі 30 лін/см – 9,16%. Отже, одна і та сама ширина точкування, викликана підсвітленням для растрової точки вищої лініатури, обумовлює більший приріст відносної площі растрового елемента.

На основі комп'ютерного моделювання процесу растрування обґрунтовано відомий у поліграфії досвід, що в офсетному друці з форм, одержаних з пресенсибілізованих офсетних пластин, практично найчастіше застосовують растри лініатурою до 60 лін/см [3, 4]. При використанні растрів вищої лініатури існує загроза спотворення зображень, спричинена приростом растрових точок. Отож, необхідно ретельно дотримуватися умов нормалізації і стандартизації процесів растрування, копіювання та друкування, щоб якомога більше усунути чинники впливу на приріст величини растрової точки.

Таким чином, з викладеного випливає, що вплив підсвітлення на процес растрування значно залежить від лініатури растра і при збільшенні її наростає. Максимальне відхилення характеристики растрування від вихідної зафіксовано для лініатури 100 лін/см; при 50 лін/см – удвічі менше, при 30 лін/см – найменше. Отже, підсвітлення є основним чинником, який обмежує вибір лініатури растра в офсетному друці.

1. Барановський І.В. Поліграфічна переробка образотворчої інформації / І. В. Барановський, Ю. П. Яхимович. – К. – Л.: ІЗМН, 1998. – 400 с. 2. Блантер Дэвид. Сканирование и растрирование изображений. М.: ЭКОМ, 1999. – 384 с. 3. Величко О. М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту: моногр. – К: Вид.-поліграф. центр «Київський університет», 2005. – 254 с. 4. Кузнецов Ю.В. Технология обработки изобразительной информации / Кузнецов Ю.В. – СПб: Петербург. ин-т печати, 2002. – 312 с. 5. Луцків М.М. Цифрові технології друкарства: моногр. – Львів: Укр. акад. друкарства, 2012. – 488 с. 6. Мельничук С. І. Офсетний друк: навч. посіб. кн.1. Технологія і обладнання додрукарських процесів / С. І. Мельничук, С. М. Ярема. – К.: Укр НДКВД: ХаГар, 2000. – 461 с. 7. Селиванов Ю. П. Основы моделирования и оптимального программирования автотипного процесса / Селиванов Ю. П. – М.: Книга, 1979. – 238 с. 8. Стефанишин Н. І. Сучасні технології цифрового растрування / Н. І. Стефанишин, М. В. Шовгенюк //Комп'ютерні технології друкарства: зб. наук. пр., 2001. – №6. – С. 9–16. 9. Pere Plate. AGFA. – Режим допуску: http ://www.agfa.com.pl/sublime – xtm/. 10. Czichon H. Tehnologia form offsetowych / Czichon H., Czichon M. – Oficyna wydawnicza politechniki Warszawskei, 2012. – 264 s.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОДСВЕТЛЕНИЯ НА ПРОЦЕСС РАСТРИРОВАНИЯ

Построена математическая модель процесса растрирования для элемента округлой формы с учетом влияния подсветления на характеристику растрирования, наведены результаты компьютерного моделирования.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF BACKLIGHT ON THE RASTERIZATION PROCESS

A mathematical model of the screening element round shape with the influence of illumination on the characteristic gelding, the results of computer simulation.

Стаття надійшла 12.06.2013