

В. М. Сеньківський. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2006. — 200 с. 3. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений : пер. с англ. / Л. А. Заде. — М. : Мир, 1976. — 165 с. 4. Зоренко О. В. Декелі в офсетному друкарському процесі : моногр. / З. В. Зоренко, О. Ф. Розум. — К. : ВПЦ «КУ», 2008. — 168 с. 5. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства: пер. с нем. / Г. Киппхан. — М. : МГУП, 2003. — 1253 с. 6. Мельников О. В. Технологія плоского офсетного друку : підруч. / О. В. Мельников. — 2-е вид., випр. — Львів: Укр. акад. друкарства, 2007. — 388 с. 7. Пашуля П. Л. Основи метрології, стандартизації і сертифікації. Якість у поліграфії : навч. посіб. / П. Л. Пашуля. — К. : ІЗМН, 1997. — 288 с. 8. Полянский Н. Н. Технология формных процессов: учеб. / Н. Н. Полянский, О. А. Карташева, Е. Б. Нидирова — 2-е изд., доп. — М. : МГУП, 2010. — 366 с. 9. Розум О. Ф. Физико-химические основы тиражестойкости печатных форм : учеб. пособие / О. Ф. Розум. — К. : УМК ВО, 1989. — 84 с. 10. Саати Т. Принятие решений (метод анализа иерархий) : пер. с англ. / Т. Саати. — М. : Радио и связь, 1993. — 278 с. 11. Технологія формних процесів : навч. посіб. / [П. Г. Гринда, С. О. Лемик, П. Л. Пашуля, Л. С. Предко та ін.] ; за заг. ред. П. Л. Пашулі. — Львів : Афіша, 2002 — 176 с.

ИЕРАРХИЯ ФАКТОРОВ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ФОРМ (на примере плоской офсетной печати)

Приведены факторы, определяющие качество изготовления печатных форм. Предложена иерархическая схема факторов для формного процесса. Сформировано множество лингвистических переменных, соответствующих данным факторам.

HIERARCHY OF FACTORS IN THE PROCESS OF PRINTED FORMS (offset printing example)

Shows factors that determine the quality platemaking. We propose a hierarchical scheme of factors for plate processors. Formed a set of linguistic variables corresponding to these factors.

Стаття надійшла 07.04.2011

УДК 681.3.665

М. М. Мусійовська

Українська академія друкарства

МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОКІВ ФАРБИ У КОРОТКІЙ ФАРБОДРУКАРСЬКІЙ СИСТЕМІ ПОСЛІДОВНОЇ СТРУКТУРИ

Розглядається задача моделювання передачі зворотних потоків фарби у коротких фарбодрукарських системах послідовної структури з анілоксовим фарбоживильним пристроєм, наводяться результати комп'ютерного симулювання.

Фарбодрукарська система, анілоксовий фарбоживильний пристрій, потік, моделювання

Наявні фарбові апарати офсетних друкарських машин дукторно-ножового типу мають ряд недоліків. Зокрема, — це складна і громіздка

конструкція (містять до 20 і більше фарбових валиків), множину регулювальних гвинтів для зональної подачі фарби на заданий наклад. Для автоматичного налагодження необхідна складна багатоканальна (до 26 каналів) система автоматичного управління тощо. Це обумовило пошук та розробку нових технологічних і конструктивних розв'язань фарбових апаратів. Останніми роками західні фірми розробили нові фарбові апарати офсетних друкарських машин, з фарбоживильним пристроєм на основі растрового циліндра (анілокса), який подає неперервний потік фарби у фарбову систему, що може складатись із 3–6 фарбових валиків, тому такі фарбові апарати отримали назву короткі [9]. Вони значно простіші за конструкцію, не мають регулювальних механізмів зональної подачі фарби і забезпечують дозовану подачу фарби.

Розроблялись і виготовлялись перші взірці коротких фарбових апаратів з растровим фарбоживильним циліндром і встановлювалися на рулонних офсетних газетних агрегатах. Експлуатація перших зразків коротких фарбових апаратів різної структури підтвердила непогану якість газетної продукції. Це дає підставу для використання коротких фарбових апаратів на аркушевих друкарських машинах. Вимоги до книжкової продукції значно вищі, ніж до газетної. Отож виникає актуальна проблема подальшого вдосконалення конструкції наявних коротких фарбових апаратів, пошук нових ефективних структур і вибір оптимальних параметрів для підвищення якості відбитків. Для її розв'язання необхідно здійснити значні теоретичні й експериментальні дослідження. Отже, поставлена в статті задача моделювання потоків фарби в короткій фарбодрукарській системі є актуальною.

Фарбові апарати з анілоксовим фарбоживильним пристроєм для подачі фарби широко застосовуються у флексографії [8]. Здебільшого фарба з растрового циліндра безпосередньо передається на флексографічну форму. Зауважимо, що офсетна друкарська форма значно відрізняється від флексографічної, яка є випуклою і еластичною. Натомість офсетна форма — плоска і жорстка. Флексографічні фарби є рідкі, а офсетні — густі. Отож нагромаджений у флексографії досвід експлуатації і налагодження фарбових апаратів з анілоксовим фарбоживильним пристроєм безпосередньо не можна використати в офсеті.

Складність процесів, що відбуваються у фарбодрукарських системах і труднощі експериментальних досліджень, пов'язані з вимірюванням товщини тонкого шару фарби на валиках, які обертаються, і відбитку привели до розвитку моделювання фарбових систем [1–3]. Розроблено математичні моделі фарбових систем різної структури, здійснено комп'ютерне симулювання, отримано ряд нових результатів, які можна використати для моделювання коротких фарбодрукарських систем. У працях [5, 6] побудовано математичні моделі на основі яких побудовано статичні характеристики та визначено статичну точність коротких фарбодрукарських систем та нерівномірність покриття відбитків фарбою.

На відміну від статичних властивостей динамічні властивості коротких фарбових систем вивчені мало, що обумовлено складністю їх динамічних моделей. У працях [2–3] побудовано моделі динаміки простих фарбодрукарських систем і їх перехідні характеристики, які описують залежність у часі товщини фарби на виході системи при одиничній ступеневій дії на вході.

Фарбодрукарська система є своєрідною системою відтворення і передачі фарбового зображення на задруковуваний матеріал. При цьому за допомогою друкарської форми здійснюється модуляція потоку фарби, після чого створене фарбове зображення переноситься на офсетний циліндр а з нього передається на задруковуваний матеріал. Частина непромодульованого потоку створює зворотний потік фарби, який, циркулюючи по поверхнях валиків, повертається назад у фарбову камеру. Частина зворотного непромодульованого потоку через точки контакту фарбових валиків повертається назад у фарбову систему, може погіршити якість віддрукованого зображення. Зауважимо, що сьогодні немає досліджень у галузі аналізу зворотних потоків у фарбодрукарських системах і впливу їх на статичні і динамічні властивості.

Метою роботи є актуальна задача моделювання зворотних потоків у фарбодрукарській системі послідовної структури, яка розв'язується шляхом математичного моделювання і комп'ютерного симулювання.

Для розв'язання цієї задачі коротка фарбодрукарська система послідовної структури розглядається як своєрідна дискретно-неперервна динамічна система для відтворення фарбових зображень. При побудові дискретної моделі фарбодрукарської системи приймає, що вона складається із фарбоживильного пристрою з анілоксовим валом, чотирьох фарбових валиків, офсетного і формного циліндрів. Створене на формі зображення переноситься на офсетний циліндр і з нього передається на задруковуваний матеріал.

При побудові математичної моделі припускаємо: на вхід системи (на перший фарбовий валик) подається суцільний рівномірний потік фарби; друкарська форма здійснює модуляцію фарбового потоку, створює зображення, яке переноситься на офсетний циліндр, а з нього передається на задруковуваний матеріал; непромодульований потік створює зворотний потік фарби, який, циркулюючи по поверхнях валиків, повертається назад у фарбову камеру; кола фарбових валиків, формного й офсетного циліндрів розділено на ціле число умовних одиниць довжини; існують стабільні умови друкарського процесу (стала швидкість друкування, сталий тиск у точках контакту фарбових валиків, формного й офсетного циліндрів, відсутнє розтискування растрових точок); враховується подача і відбір фарби на вході і виході фарбодрукарської системи.

Для зручності аналізу і комп'ютерного симулювання подамо фарбодрукарську систему сигнальним графом, який складається на основі відомих правил [1, 7], що зображений на рис. 1

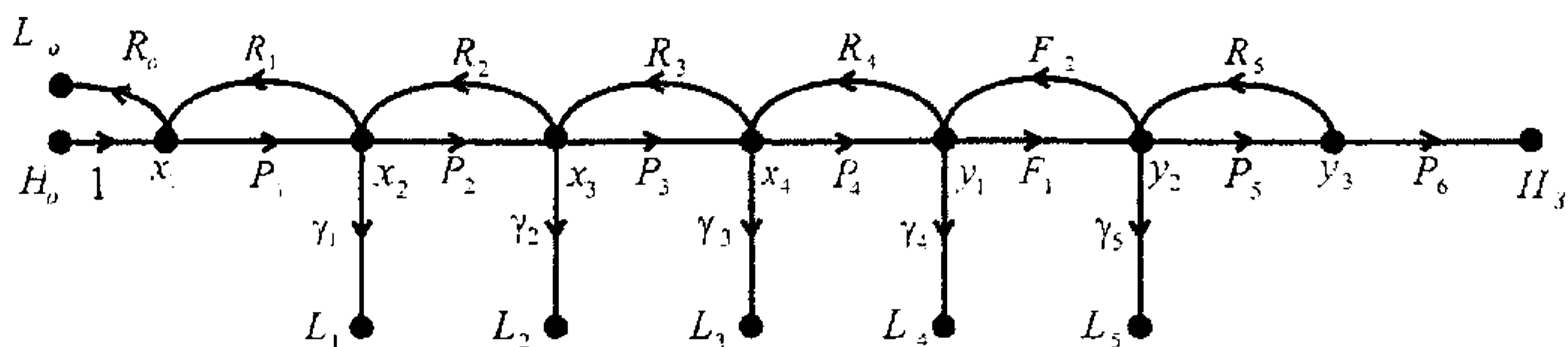


Рис. 1. Граф фарбодрукарської системи

Вершини графа позначені $x_1(z) - x_4(z)$ та $y_1(z) - y_3(z)$ відповідають z -перетворенням потоків фарби у точках контакту фарбових валиків, формного й офсетного циліндрів. Вхідні та вихідні вершини графа, позначені $H_o(z)$; $L_o(z)$ та $H_s(z)$ відповідають z -перетворенням потоків фарби на вході у виході системи (на задрукованому зображенні). Вітки графа позначені $P_1(z) - P_5(z)$ та $R_1(z) - R_5(z)$ підпорядковані операторам передачі прямих і зворотних потоків фарби. $F_1(z)$, $F_2(z)$ — оператори передачі прямих і зворотних потоків фарби на формному циліндрі. Для компактності на графі при змінних і операторах опущено оператор z .

На основі графа складемо систему рівнянь, які описують динаміку фарбодрукарської системи, де $L_i(z)$, $L_j(z)$ є z -перетворенням зворотних потоків фарби, γ_i — коефіцієнти передачі фарби при виході зворотних потоків із точок контакту.

$$\begin{aligned}
 x_1(z) &= H_o(z) + R_1(z)x_2(z) \\
 x_2(z) &= P_1(z)x_1(z) + R_2(z)x_3(z) \\
 x_3(z) &= P_2(z)x_2(z) + R_3(z)x_4(z) \\
 x_4(z) &= P_3(z)x_3(z) + R_4(z)y_1(z) \\
 y_1(z) &= P_4(z)x_4(z) + F_2(z)y_2(z) \\
 y_2(z) &= F_1(z)y_1(z) + R_5(z)y_3(z) \\
 y_3(z) &= P_5(z)y_2(z) \\
 H_s(z) &= P_6(z)y_3(z) \\
 L_o(z) &= R_0(z)x_1(z) \\
 L_i(z) &= \gamma_i x_{i-1}(z), i = 1, 2, 3 \\
 L_j(z) &= \gamma_j y_{j-1}(z), j = 1, 2.
 \end{aligned} \tag{1}$$

Оператори передачі прямих і зворотних потоків фарби визначаються виразами:

$$P_i(z) = \alpha_i z^{-p_i}, \quad R_i(z) = \gamma_i z^{-r_i}, \tag{2}$$

де p_i , r_i — довжина прямих і зворотних потоків на валиках, α_i , γ_i — коефіцієнти передачі прямих і зворотних потоків фарби при виході з точок контакту.

Оператори передачі прямих і зворотних потоків фарбового зображення на формному циліндрі:

$$F_1(z) = \alpha_1 z^{-f_1}; \quad F_2(z) = \gamma_2 z^{-f_2}, \quad (3)$$

де f_1, f_2 — довжина прямих і зворотних потоків фарби на формному циліндрі.

Оператори передачі прямих і зворотних потоків на офсетному циліндрі:

$$P_5(z) = \lambda_5 z^{-p_5}; \quad R_5(z) = (1 - \beta) z^{-r_5}; \quad P_6(z) = \beta, \quad (4)$$

де β — коефіцієнт передачі фарби з офсетного циліндра на задруковуваний матеріал.

Оператори z^{-p_i} та z^{-r_i} мають чіткий фізичний зміст і відповідають затримці фарбового потоку на час p_i чи r_i при його переміщенні між точками контакту фарбових валиків.

Для аналізу зворотних потоків фарби необхідно розв'язати систему рівнянь (1) відносно аналізованих змінних $y_i(z)$ та $x_i(z)$. Визначення цих залежностей традиційним шляхом розв'язку системи рівнянь є громіздким. Для спрощення задачі ці залежності можна визначити за допомогою топологічної форми Мезона [1, 7]. Безпосередньо за графом визначимо окремі залежності:

$$\begin{aligned} H_3(z) &= P_1(z)P_2(z)P_3(z)P_4(z)F_1(z)P_5(z)P_6(z)\Delta^{-1}(z)H_0(z) \\ y_2(z) &= P_1(z)P_2(z)P_3(z)P_4(z)F_1(z)\Delta^{-1}(z)H_0(z) \\ y_1(z) &= P_1(z)P_2(z)P_3(z)P_4(z)[1 - P_5(z)R_5(z)]\Delta^{-1}(z)H_0(z) \\ x_4(z) &= P_1(z)P_2(z)P_3(z)[1 - F_1(z)F_2(z) - P_5(z)R_5(z)]\Delta^{-1}(z)H_0(z) \\ x_3(z) &= P_1(z)P_2(z)[1 - P_4(z)R_4(z) - P_5(z)R_5(z) - F_1(z)F_2(z) + \\ &+ P_4(z)R_4(z)P_5(z)R_5(z)]\Delta^{-1}(z)H_0(z) \\ x_2(z) &= P_1(z)[1 - P_3(z)R_3(z) - P_4(z)R_4(z) - P_5(z)R_5(z) - F_1(z)F_2(z) + \\ &+ P_3(z)R_3(z)[F_1(z)F_2(z) + P_5(z)R_5(z)] + P_4(z)R_4(z)P_5(z)R_5(z)]\Delta^{-1}(z)H_0(z) \end{aligned} \quad (5)$$

Визначник графа $\Delta(z)$ характеризує контурну частину системи і визначається за графом:

$$\begin{aligned} \Delta(z) &= 1 - P_1(z)R_1(z) - P_2(z)R_2(z) - P_3(z)R_3(z) - P_4(z)R_4(z) - \\ &- P_5(z)R_5(z) - F_1(z)F_2(z) + P_1(z)R_1(z)[P_3(z)R_3(z) + P_4(z)R_4(z) + \\ &+ P_5(z)R_5(z) + F_1(z)F_2(z)] + P_2(z)R_2(z)[P_4(z)R_4(z) + P_5(z)R_5(z) + \\ &+ F_1(z)F_2(z)] + P_3(z)R_3(z)[F_1(z)F_2(z) + P_5(z)R_5(z)] - P_4(z)R_4(z)P_5(z)R_5(z) - \\ &- P_1(z)R_1(z)P_3(z)R_3(z)F_1(z)F_2(z) - P_1(z)R_1(z)P_3(z)R_3(z)P_5(z)R_5(z) - \\ &- P_2(z)R_2(z)P_4(z)R_4(z)P_5(z)R_5(z) \end{aligned} \quad (6)$$

Складання алгоритму та програми для розв'язання задачі визначення зворотних потоків потребує відповідного рівня програміста, налагодження і запуску програми. Для спрощення задачі застосували комп'ютерне симулювання в популярному пакеті MATLAB: Simulink [4]. На основі графа розроблено симулятор для побудови перехідних характеристик фарбодрукарської системи. Вікно симулятора подано на рис. 2.

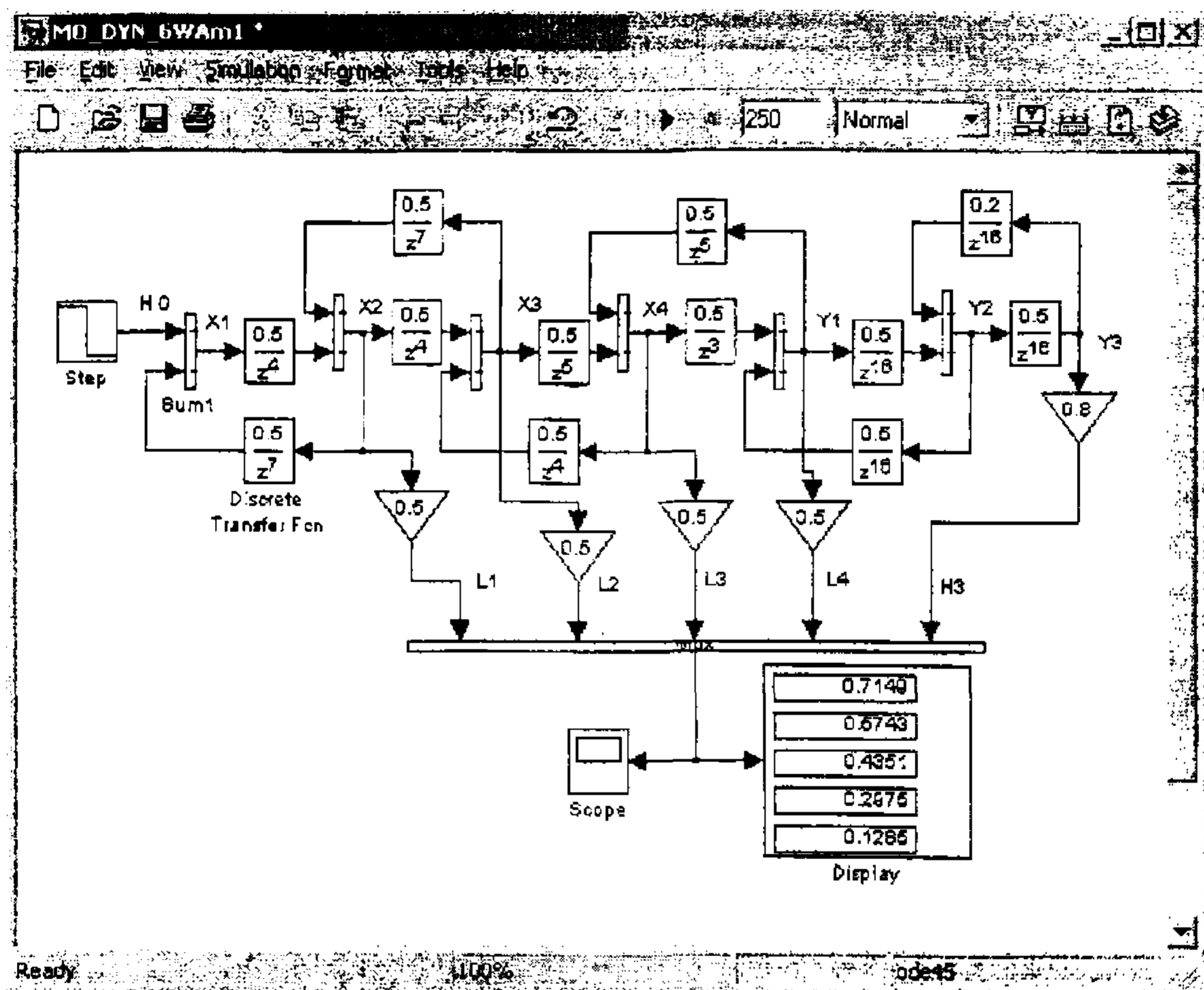


Рис. 2. Вікно симулятора

Дугам графа, які підпорядковані операторам передачі прямих і зворотних потоків фарби, відповідають операційні блоки Discrete Transfer Fcn. Прямі і зворотні потоки сумуються в блоці Sum. Вихідні сигнали суматорів відповідають товщинам потоків фарби у відповідних точках контакту фарбових валиків, формного й офсетного циліндрів. Блок Step задає потік фарби на вході. Візуалізацію результатів симулювання здійснюють блоки Scope і Display.

Мета комп'ютерного симулювання — проілюструвати запропонований підхід до аналізу динамічних властивостей і побудувати перехідні характеристики зворотних потоків, при різній подачі фарби на вході.

При симулюванні задавали числові дані довжин прямих і зворотних потоків фарби на фарбових валиках, формному й офсетному циліндрах, які наведено у таблиці.

Дані довжин прямих і зворотних потоків фарби

| Π_{ii} | Довжина валиків, прямих і зворотних потоків фарби [ум. од.] | | | | | | |
|-------------|--|----|----|---|---|----------|-------|
| | валику | 1 | 2 | 3 | 4 | Φ_y | O_y |
| потоків | | | | | | | |
| $p_i + r_i$ | | 10 | 11 | 9 | 8 | 32 | 32 |
| p_i | | 3 | 4 | 5 | 3 | 16 | 16 |
| r_i | | 7 | 7 | 4 | 5 | 16 | 16 |

Результати комп'ютерного симулювання перехідних характеристик при подачі на вході системи одиничного ступеневого потоку для номінальних параметрів системи $\alpha_i = \gamma_i = 0,5$, $\beta = 0,8$ подано на рис. 3.

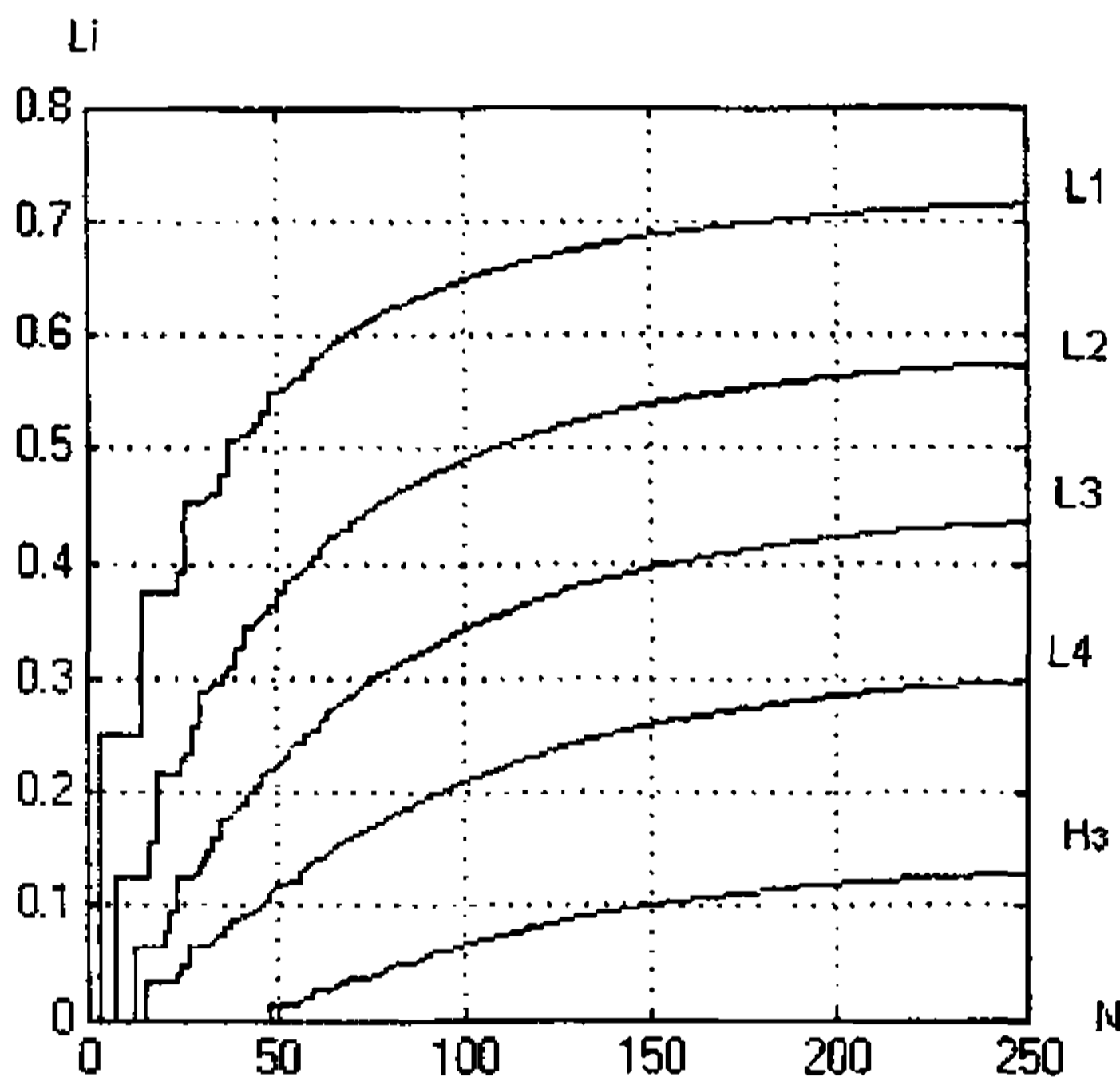


Рис. 3. Перехідні характеристики зворотних потоків фарби у системі

Перехідні характеристики L_i ступенево наростають і поступово наближаються до своїх усталених значень, які становлять 0,741; 0,5743; 0,4351; 0,197; $H_3 = 0,1285$, $H_3 = 0,128$. Початкове зміщення (запізнення) обумовлене часом проходження потоку фарби із входу системи до відповідної точки контакту. Похідні процеси завершуються приблизно за 300 ум. од. часу, що відповідає восьми обертам формного циліндра. Зауважимо, що перехідні характеристики є відносно малоінформативними.

У другій серії комп'ютерного симулювання здійснювалася побудова імпульсної перехідної характеристики при дії на вході одиничного імпульсу, ширина якого становить 32 ум. од. часу.

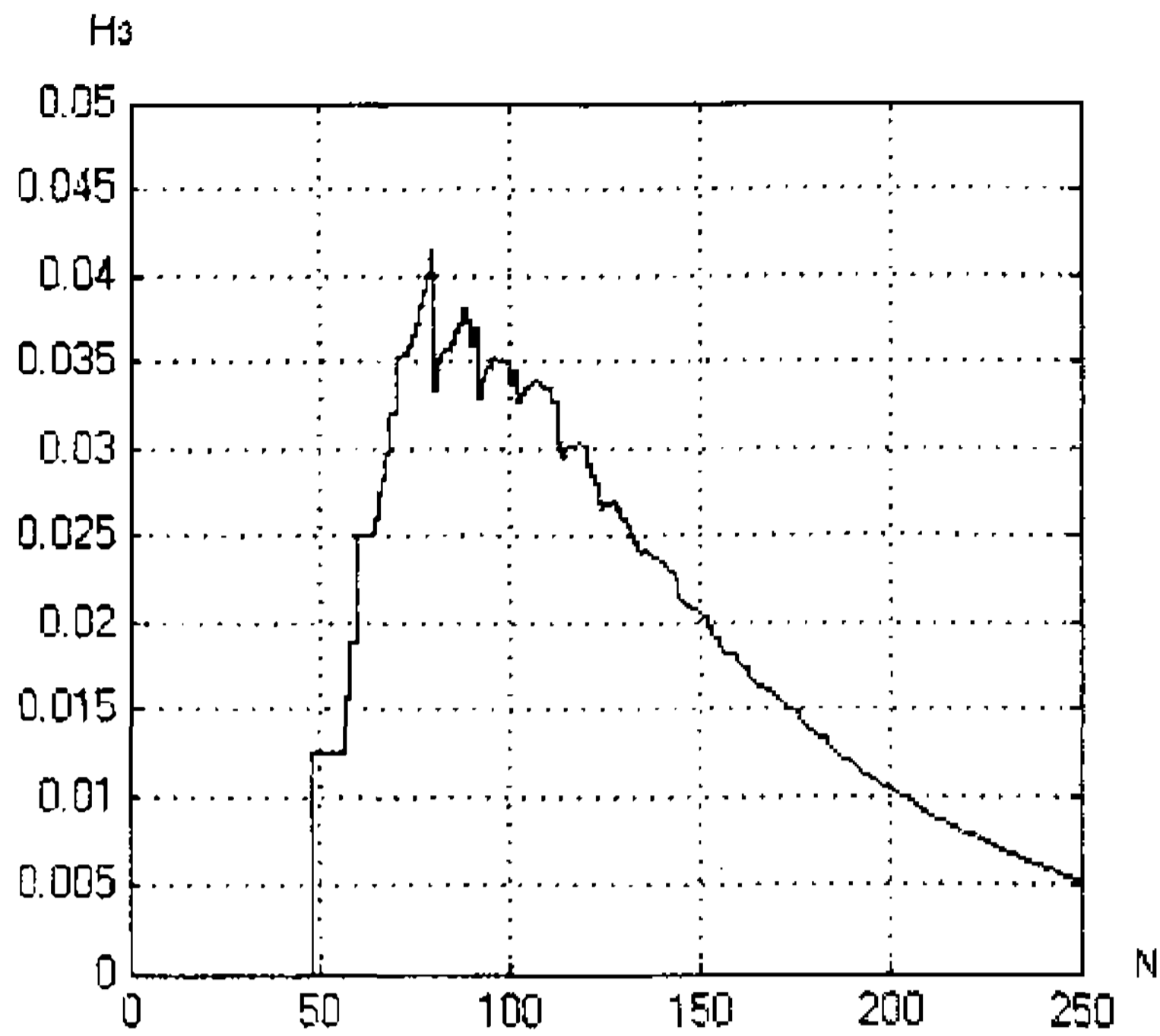


Рис. 4. Імпульсна перехідна характеристика

Імпульсна перехідна характеристика має початкове зміщення і чітко виражений ступеневий вигляд. Товщина потоку фарби стрімко ступенево наростає, досягає свого максимального значення $H_{3.МАКС} = 0,42$ ум. од. і поступово ступенево затухає.

У третій серії комп'ютерного симулювання здійснено побудову сімейства імпульсних перехідних характеристик при подачі на вході одиничного імпульса, які подані на рис. 5.

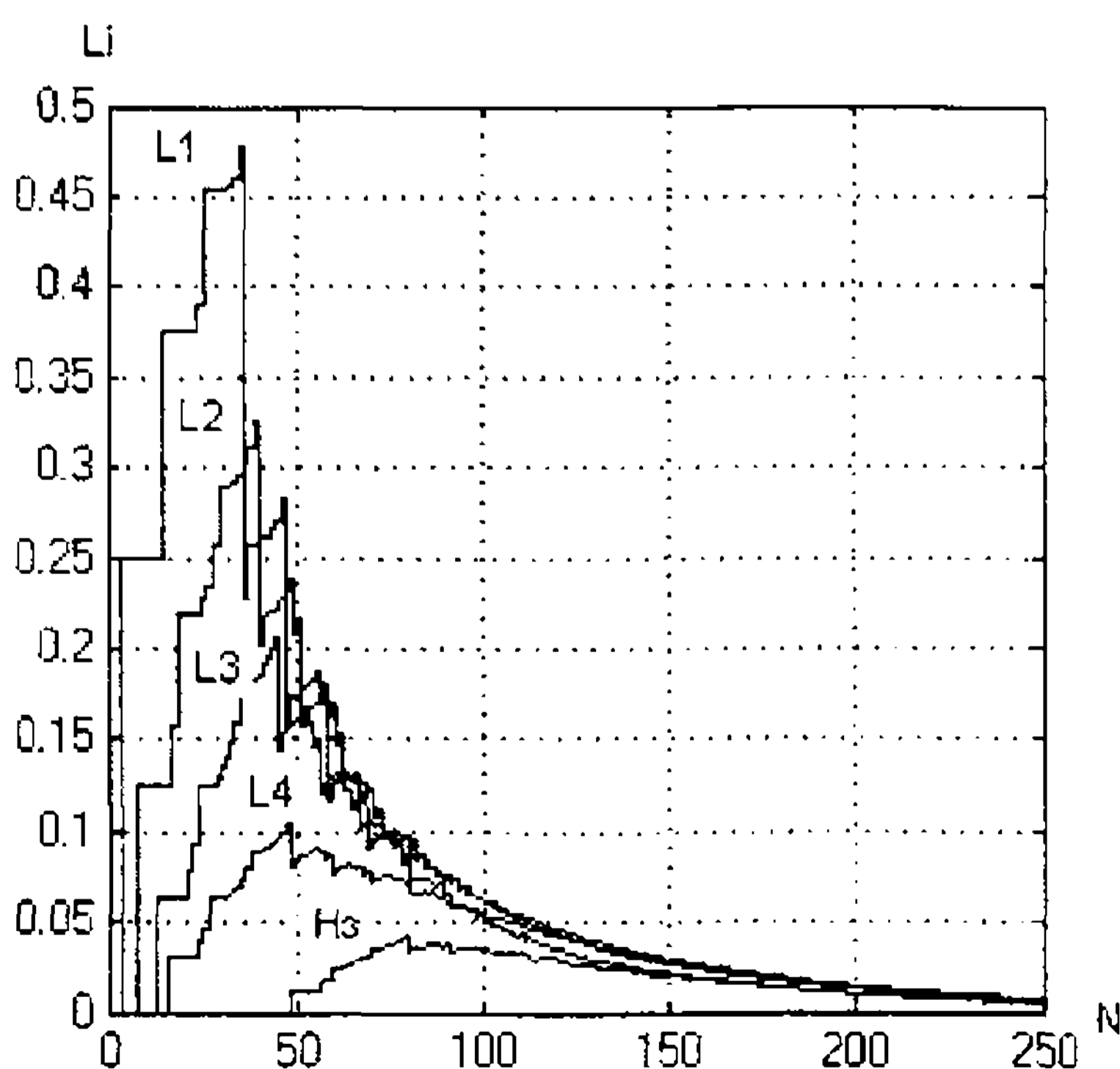


Рис. 5. Сімейство імпульсних перехідних характеристик

Максимальна амплітуда перехідної характеристики L , залежить від точки контакту, у якій знаходиться потік фарби і їх значення становить 0,453; 0,324; 0,206; 0,11 в. о.

Із вищевикладеного випливає: опрацьована математична модель зворотних потоків фарби у короткій фарбодрукарській системі послідовної структури і симулятор перехідних характеристик є інструментаріями для аналізу їх динамічних властивостей; за результатами комп'ютерного симулювання доведено, що коротка фарбодрукарська система має ступеневу перехідну характеристику, яка є менш інформативною від імпульсної перехідної характеристики; встановлено, що імпульсні перехідні характеристики зворотних потоків значно залежать від розміщення точки контакту валика. Що ближче до входу, то більша амплітуда зворотного потоку; час перехідного процесу у декілька разів більший часу оберту формного циліндра, тому можливий вплив товщини фарби на окремій ділянці зображення на наступних відбитках.

1. Верхола М. І. Розширений сигнальний граф розгалужених фарбових груп / М. І. Верхола, М. М. Луцків // Поліграфія і видавнича справа. — 1999. — № 35. — С. 196–200.
2. Верхола М. І. Частотний і операторний методи описання процесу розкочування фарби в друкарських машинах / М. І. Верхола, М. М. Луцків, Р. Г. Зінченко // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. — 1999. — № 34 — С. 53–57.
3. Верхола М. І. Основні засади та сутність розкочування фарби у фарбових системах / М. І. Верхола, М. М. Луцків // Комп'ютерні технології друкарства. — 2004. — № 12. — С. 14–25.
4. Гультяев А. К. MATLAB 5.2. Имитационное моделирование в среде WINDOWS: практ. пособие / А. К. Гультяев. — СПб. : Корона принт, 1999. — 282 с.
5. Лозовий П. І. Симулятор статичних характеристик фарбових систем послідовної структури / П. І. Лозовий // Наукові записки. — 2007. — № 2. — С. 120–124.
6. Луцків М. М. Побудова навантажувальних характеристик коротких фарбових апаратів / М. М. Луцків, П. І. Лозовий // Комп'ютерні технології друкарства. — 2008. — № 1(13). — С. 149–155.
7. Луцків М. М. Сигнальний граф процесу розкочування фарби / М. М. Луцків, М. І. Верхола // Вісник ДУ «Львівська політехніка». — 1988. — № 33. — С. 348–350.
8. Ярема С. М. Флексографія / С. М. Ярема. — К. : Лебідь, 1998. — 312 с.
9. Ciupalski S. Maszyny offsetowe zwojowe / S. Ciupalski. — Warszawa : OW Politechniki Warszawskiej, 2000. — 274 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКОВ КРАСКИ В КОРОТКОЙ КРАСКОПЕЧАТНОЙ СИСТЕМЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ

Рассматривается задача моделирования передачи обратных потоков краски в коротких краскопечатных системах последовательной структуры из анилоксовым фарбоживильным устройством, приведены результаты компьютерной симуляции.

MODELLING OF INK FLOWS IN SHORT INKING UNITS WITH SEQUENCE STRUCTURE.

The problem of reverse ink flows transfer dynamics in short inking units with sequence structure and anilox inking units has been investigated. The results of computer simulation have been offered.

Стаття надійшла 03.09.2010