

**Міністерство освіти і науки України
Українська академія друкарства
НТУУ «КПІ» (Україна)
Білоруський технологічний університет (Білорусь)
Каунаський технологічний університет (Литва)
Лодзинський політехнічний університет (Польща)**

VIII Міжнародна науково-практична інтернет-конференція

КВАЛІЛОГІЯ КНИГИ

15 червня 2015 року

*Присвячена 80-річчю від дня народження
Заслуженого діяча науки і техніки України,
доктора технічних наук,
професора
Лазаренка Едуарда Тимофійовича*

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Львів 2015

ВИКОРИСТАННЯ РЕГРЕСІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ДРУКАРСЬКИХ ПРОЦЕСІВ

Технологічні процеси друкарства характеризуються рядом особливостей, які необхідно враховувати при формуванні методів прогнозування подій, непередбачуваних відповідними технологічними процесами. До таких особливостей технологічного процесу друкарського виробництва віднесемо, зокрема: наявність високого рівня фахової підготовки обслуговуючого персоналу; взаємозв'язок засобів виробництва, використовуваних в автоматизованих фрагментах технологічного процесу; реалізацію окремих фрагментів технологічного процесу на основі використання локальних процесів з різною фізичною природою; чутливість змін значень параметрів технологічного процесу, які залежать від вибору матеріалів друкарського процесу, наприклад, фізичних параметрів паперу, хімічних параметрів фарби тощо; взаємозв'язок процесів друкування з процесами додрукарської підготовки [1].

Кожна з означених особливостей може обумовлювати виникнення випадкових подій, що негативно впливають на технологічний процес і, відповідно, на якість продукту друкарського виробництва. Оскільки друкарський процес є послідовним, з урахуванням загальної схеми його реалізації, різні фактори, що виникають при цьому, можна розглядати як послідовності, пов'язані зі схемою реалізації технологічного процесу. Це дозволяє враховувати можливість виникнення неочікуваної події не тільки залежно від причин, що можуть постати в рамках реалізації поточного фрагмента технологічного процесу (*TP*), а й допустимості виникнення деякої негативної події на попередніх етапах реалізації *TP*. Визначена обставина

дозволяє стверджувати, що враховування різного рівня негативних факторів із попередніх етапів функціонування *TP* реалізується на поточному етапі.

Один із підходів до реалізації моделі прогнозування ґрунтується на побудові функції апроксимації, яка при можливості повинна максимально точно відображати значення величини параметра y_i , стосовно якого передбачається реалізовувати прогноз, пов'язаний із незалежними змінними, або однією змінною, що обумовлює зміну значень y_i . Для побудови такої функції $y = f(x)$ застосовуємо методи апроксимації, що використовують статистичні дані. В багатьох випадках параметр y_i , що характеризує в нашому випадку неочікувану подію (*NP*), може залежати від цілого ряду незалежних параметрів окремих фрагментів друкарського технологічного процесу (*DTP*). Отже, опис функції $y_i = f(x_i)$ доцільно подавати у вигляді $y_i = f(x_1, \dots, x_n)$. Оскільки значення параметрів $x_i \in \{X\}$ у певних границях можливо розглядати як величини випадкові, вони характеризуються деякими значеннями $M_i(x_i)$ та $D(x_i)$, де $M_i(x_i)$ — математичне очікування значення величини x_i , $D(x_i)$ — величина дисперсії значення величини x_i . Якщо існує співвідношення

$$M_i(x_i) \pm \delta(x_i) = M(x); D(x_i) \pm \Delta(x_i) = D(x), \quad (1)$$

то можна прийняти, що $y_1 = f(x_1) \propto y_2 = f(x_2) \propto \dots \propto y_n = f(x_n)$, і в цьому випадку можливо допустити, що параметр y_i відображає в цілому відповідну NP_i . Функція $y_i = f(x_i)$ може залежати від більш ніж однієї змінної, або $y_i = f(x_1, \dots, x_n)$, тоді співвідношення (1) запишеться з урахуванням усіх необхідних змінних. Для спрощення запису основних співвідношень приймемо, що $y_i = f(x_i)$, тоді модель прогнозування запишеться у вигляді [2]:

$$F(x) = f(x) + \varepsilon(x), \quad (2)$$

де $\varepsilon(x)$ — відхилення, яке в класичних моделях прогнозування інтерпретується як шум з заданими математичним очікуванням та дисперсією.

Для прогнозування виникнення NP_i у рамках всього DTP використовується модель Байєса [3]. Очевидно, що між виникненням непроекtnих несправностей у кожному фрагменті $F(TP_i)$ та NP у цілому DTP існують залежності, які можна описувати на рівні детального аналізу всіх $F(TP_i) \in DTP$, однак використання таких описів є достатньо громіздким. Виявлення NP_i у TP_i повинно реалізовуватися в режимі реального часу. Отож використовувати детальний опис можливих залежностей не прийнятно. Оскільки використання окремих TP_i має певну історію своїх реалізацій, можна говорити про ймовірності виникнення $NP_i \in F(TP_i)$ для кожного $F(TP_i) \in TP_i$. Позначимо ці ймовірності наступним чином: $\{P_1(np_1), P_2(np_2), \dots, P_n(np_n)\}$. Якщо в процесі TP виникає несправність типу NP , обумовленість появи якої не пов'язується явно з якоюсь із np_i , згідно з теоремою гіпотез, або формулою Бейєса:

$$P(np_i / NP) = \frac{P(np_i) \Delta P(NP / np_i)}{\sum_{i=1}^n P(np_i) \Delta P(NP / np_i)}. \quad (3)$$

Визначена формула дозволяє перейти від ймовірностей апріорних $P(np_i)$ до апостеріорних за відомою ймовірністю виникнення NP . Така ймовірність установлюється на основі даних з обслуговування TP та даних із регламентних робіт, що проводяться з технічними засобами, використовуваними для реалізації TP .

З точки зору діагностики NP_i , що виникають у TP , доцільно обчислити $P(NP)$ залежно від $\{(np_1), (np_2), \dots, (np_n)\}$. В цьому випадку співвідношення (3) можна записати у вигляді:

$$P(NP) = \frac{P(np_i) \Delta P(NP / np_i)}{P(np_i / NP)}.$$

У результаті прогнозування появи np_i у $F(TP_i)$ можна, при певних узгодженостях, інтерпретувати як ймовірності виникнення відповідних подій

np_i . Ймовірнісні залежності між NP_i і np_i встановлюються на основі аналізу відповідного $F(TP_i)$ та TP_i .

Методи прогнозування залежать значною мірою від інтервалу часу, на який передбачається робити прогноз. Цей інтервал часу, крім своєї точної величини, що визначається масштабами його вимірювання, наприклад, години, дні, місяці тощо встановлюється якісно, скажімо, малий інтервал часу, великий інтервал часу, інші якісні визначення.

Форма представлення часу як параметра прогнозу також впливає на методи розв'язку задачі прогнозування. Наприклад, якщо цей параметр представляється у вигляді часового ряду, залежно від розмірів цього ряду розрізняють прогнозування на коротких чи довгих часових рядах. Очевидно, що параметри, стосовно яких проводиться прогноз та які становлять початкові дані для моделі прогнозування, називаються часовими трендами змін, або розвитку цих параметрів. При цьому значення параметра, стосовно якого проводиться прогноз, безпосередньо пов'язані з інтервалом часу, що в сумі представляють із цим часом відповідний часовий тренд.

Література:

1. Волкова Л. А. Издательско полиграфическая техника и технология / Л. А. Волкова. — М. : МГУП «Мир книги», 1999. — 224 с.
2. Гельфонд А. О. Исчисление конечных разностей / А. О. Гельфонд. — М. : Наука, 1967. — 375 с.
3. Шурыгин А. М. Прикладная стохастика: робастность, оценивание, прогноз / А. М. Шурыгин. — М. : Финансы и статистика, 2005. — 234 с.