

УДК 378.147-057.4:004:519.87 (045)

Ю.В. Задонцев, асп.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОМИСЛОВЕ ВИРОБНИЦТВО

Національний авіаційний університет
E-mail: service-c@ukr.net
E-mail:svetasv2005@ukr.net

Розглянуто математичну модель процесу підготовки фахівців з впровадження інформаційних технологій у промислове виробництво з використанням різних форм навчання. Аналітичні моделі дозволяють оцінити рівень підготовки фахівця до виконання окремого завдання. Моделі враховують вхідний рівень готовності фахівця, комплексний коефіцієнт відповідності умов проведених заходів та рівень засвоєння знань, умінь, навиків.

The mathematical model of training for the introduction of information technology to production using different forms of learning. Analytical models allow to estimate the level of preparation of object of studies to the separate job processing after the cycle of preparation. Models take into account the entrance level of readiness of object, complex coefficient of accordance of terms of the conducted measures and level of mastering of knowledge, abilities and skills of object of studies.

Рассмотрена математическая модель процесса подготовки специалистов по внедрению информационных технологий в промышленное производство с использованием разных форм обучения. Аналитические модели позволяют оценить уровень подготовки специалиста к выполнению отдельного задания. Модели учитывают входной уровень готовности специалиста, комплексный коэффициент соответствия условий проведенных мероприятий и уровень усвоения знаний, учений, навыков.

Постановка проблеми

На стан промислового виробництва значною мірою впливають інформаційні технології, розвиток яких можна назвати одним із найбільш непередбачуваних і мінливих.

Найкомпетентнішу оцінку конкретних досягнень у галузі інформаційних технологій можуть дати лише фахівці.

Від рівня підготовки фахівців з впровадження інформаційних технологій залежить результат їх використання.

Розроблення нових інформаційних технологій із автоматизації окремих складових підготовки фахівців як складної системи, відповідно до методології еволюційного розвитку технічних систем повинне відбуватися за правилом: модель – алгоритм – реалізація. Тому поєднання показників оцінки ефективності підготовки фахівців з впровадження інформаційних технологій в єдину модель на даний час є актуальним завданням.

Аналіз публікацій

Відповідно до Закону України «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 рр.» здійснюється інтенсифікація процесу впровадження інформаційних технологій у всі сфери життя людини та у промислове виробництво.

Нові процеси потребують розроблення нових підходів і нових технологій, у тому числі інформаційних. Існуючі процеси підготовки фахівців за напрямом дослідження розглянуто в роботах [1; 2].

У роботі [3–5] наведено проблемні питання, переваги та недоліки впровадження інформаційних технологій в окрему діяльність людини. У роботі [6] визначено, що ефективність процесу підготовки прийнято оцінювати рівнем підготовленості до виконання покладених на фахівця завдань після навчання.

Рівень підготовки P поступово зростає і залежить від кількості проведених заходів, ефективності їх проведення та індивідуальних здібностей фахівця.

Запропонована система показників перспективного процесу підготовки враховує різні форми навчання (ФН).

Мета роботи – формалізувати вплив ФН на рівень підготовки об'єктів навчання до виконання завдань за фахом.

Результати досліджень

У роботі [6] показано, що рівень підготовки об'єкта навчання $P(n)$ визначається як

$$P(n) = 1 - (1 - P_0)(1 - k_x)^n, \quad (1)$$

де P_0 – початковий рівень підготовки;

k_b – коефіцієнт відповідності умов проведення заходу (у найкращому випадку $k_b = 1$);

x – ступінь засвоєння інформаційного матеріалу об'єктами навчання;

n – кількість повторів заходу.

Коефіцієнт відповідності умов проведення заходу розраховують за формулою [6]:

$$k_b = R_b k_a k_m k_\phi,$$

де R_b – рівень підготовки до заходу суб'єкта навчання;

k_a – коефіцієнт адекватності засобу навчально-матеріальної бази, що застосовується для проведення заходу;

k_m – коефіцієнт відповідності вибору метода проведення заходу;

k_ϕ – коефіцієнт, що враховує відповідність (ефективність) обраної форми навчання для заходу підготовки.

Заходи підготовки множини об'єднані у групи з застосування ФН та розташовані у порядку зростання коефіцієнта відповідності ФН до заходу, що проводиться:

$k_\phi^{c\phi}$ – при самостійній ФН;

$k_\phi^{д\phi}$ – при дистанційній ФН;

$k_\phi^{в\phi}$ – при вечірній (очній) ФН;

$k_\phi^{o\phi}$ – при денній (очній) ФН.

Якщо $k_b < 1$, не існує можливості досягти рівня підготовки $P = 1$.

Під час математичного моделювання доцільно використовувати максимальні рівні, а замість рівняння (1) потрібно використовувати вираз

$$P(n) = P_{\max} - (P_{\max} - P_0)(P_{\max} - k_b x)^n, \quad (2)$$

де P_{\max} – максимальний рівень підготовки, якого можна досягнути.

Для проведення дослідження введемо такі обмеження:

– об'єкт підготовки повністю готовий до проведення заходу, тобто володіє матеріалом та має певні навички у проведенні цього заходу ($R_b = 1$);

– метод проведення обрано правильно ($k_m = 1$);

– навчальні засоби забезпечують якість проведення заходу ($k_a = 1$).

Тоді деталізуючи формулу (2) отримаємо вирази для визначення рівня підготовки об'єкта навчання при використанні відповідних ФН:

$$P^{o\phi}(n) = P_{\max}^{o\phi} - (P_{\max}^{o\phi} - P_0)(P_{\max}^{o\phi} - k_\phi^{o\phi} x)^n;$$

$$P^{в\phi}(n) = P_{\max}^{в\phi} - (P_{\max}^{в\phi} - P_0)(P_{\max}^{в\phi} - k_\phi^{в\phi} x)^n; \quad (3)$$

$$P^{д\phi}(n) = P_{\max}^{д\phi} - (P_{\max}^{д\phi} - P_0)(P_{\max}^{д\phi} - k_\phi^{д\phi} x)^n;$$

$$P^{c\phi}(n) = P_{\max}^{c\phi} - (P_{\max}^{c\phi} - P_0)(P_{\max}^{c\phi} - k_\phi^{c\phi} x)^n.$$

Розглянемо ступінь впливу ФН на кількість необхідних заходів (повторів матеріалу) з урахуванням максимального рівня підготовки:

– якщо $P_0 = 0,2$, об'єкт підготовки вже володіє певним обсягом знань;

– якщо $x = 0,5$, об'єкт підготовки посередньо сприймає надану йому інформацію.

Установимо такі значення коефіцієнтів адекватності:

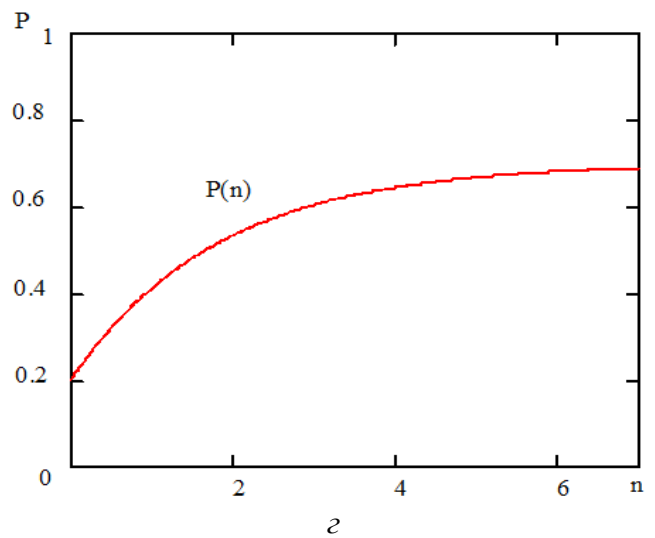
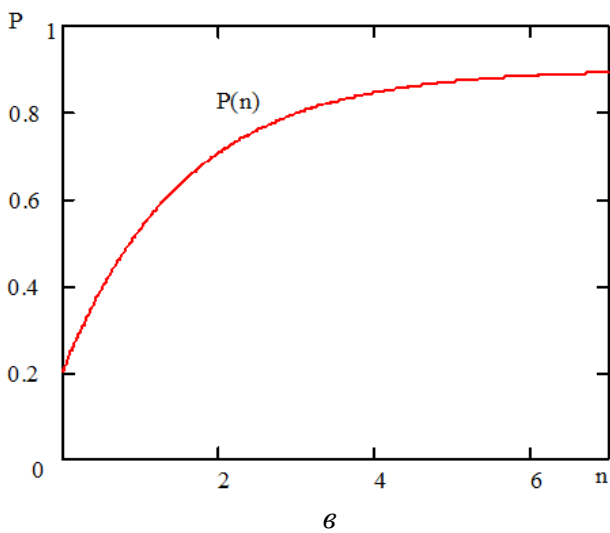
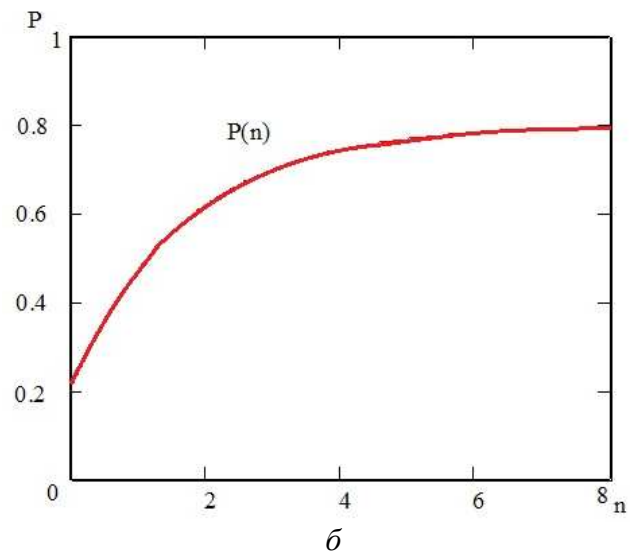
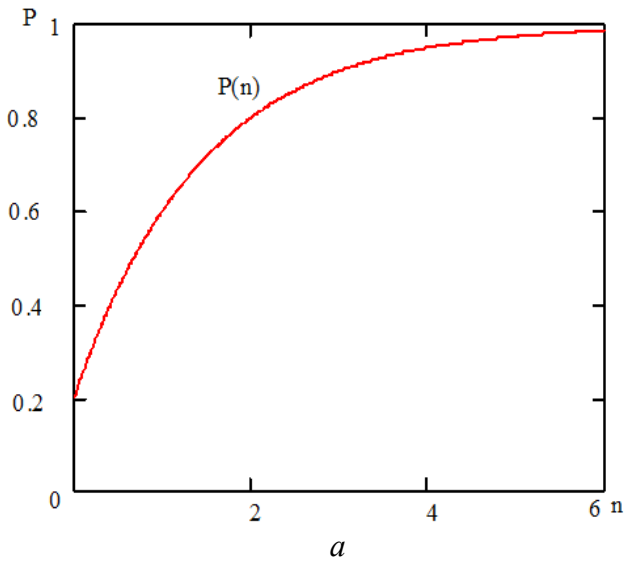
$$k_{\phi}^{c\phi} = 0,25; k_{\phi}^{л\phi} = 0,5;$$

$$k_{\phi}^{в\phi} = 0,75; k_{\phi}^{о\phi} = 1$$

та відповідні їм максимальні рівні підготовки (див. рисунок):

$$P_{\max}^{c\phi} \approx 0,7; P_{\max}^{л\phi} \approx 0,8;$$

$$P_{\max}^{в\phi} \approx 0,9; P_{\max}^{о\phi} = 1.$$



Рівень підготовки фахівців:

a – за $k_{\phi}^{о\phi} = 1, P_{\max}^{о\phi} = 1$;

б – за $k_{\phi}^{л\phi} = 0,5, P_{\max}^{л\phi} = 0,8$;

в – за $k_{\phi}^{в\phi} = 0,75, P_{\max}^{в\phi} = 0,9$;

г – за $k_{\phi}^{c\phi} = 0,25, P_{\max}^{c\phi} = 0,7$

Фахівцем вважається той, хто не тільки має певний обсяг знань, уміє виконувати певні дії, але й має гарні навички роботи.

Для досягнення певних навиків (дії, що виконуються «автоматично») обов'язковою є така послідовність:

– вивчення теоретичного матеріалу (засвоєння знань);

– практична підготовка (набуття вмінь);

– багаторазове тренування (набуття навиків).

Особливості психіки людини в тому, що вона швидко засвоює знання, повільніше набуваємо вміння та ще повільніше набуває навички. Тому доцільно розкласти показник x із формули (3) на складові:

x^3 – рівень засвоєння знань об'єктом навчання;

x^b – рівень набуття вмінь у об'єкта навчання;

x^h – рівень набуття навиків об'єктом навчання,

та ввести такі позначки коефіцієнтів:

$k_{сф}^3 (k_{сф}^b, k_{сф}^h)$ – коефіцієнт відповідності самостійної ФН для заходу, спрямованого на засвоєння знань (набуття вмінь і навиків);

$k_{дф}^3 (k_{дф}^b, k_{дф}^h)$ – коефіцієнт відповідності дистанційної ФН;

$k_{вф}^3 (k_{вф}^b, k_{вф}^h)$ – коефіцієнт відповідності вечірньої (очної) ФН;

$k_{оф}^3 (k_{оф}^b, k_{оф}^h)$ – коефіцієнт відповідності денної (очної) ФН.

Усі ФН, що використовуються в системі підготовки, поділимо на три категорії за основною метою (цілю заняття):

ФНЗ – форма надання знань об'єктам навчання (лекція, семінар);

ФНВ – форма набуття вмінь об'єктами навчання (практика);

ФНН – форма набуття навиків об'єктами навчання (тренування).

Об'єкт навчання повинен спочатку засвоїти знання (ФНЗ), потім набути вмінь (ФНВ) та навиків (ФНН).

Рівень знань об'єкта навчання можна оцінити як

$$P^3 = 1 - (1 - P_0^3)(1 - k_B^3 x^3),$$

де P_0^3 – початковий рівень знань;

k_B^3 – коефіцієнт відповідності умов проведення заходу, спрямований на засвоєння знань.

Для циклу із n заходів ФНЗ маємо

$$P^3(n) = 1 - (1 - P_0^3)(1 - k_B^3 x^3)^n.$$

Рівень вмінь об'єкта навчання можна оцінити як

$$P^b = 1 - (1 - P_0^b)(1 - k_B^b x^b),$$

де P_0^b – початковий рівень вмінь;

k_B^b – коефіцієнт відповідності умов проведення заходу, спрямований на набуття вмінь.

Для циклу із n заходів ФНВ маємо

$$P^b(n) = 1 - (1 - P_0^b)(1 - k_B^b x^b)^n.$$

Рівень навиків об'єкта навчання можна оцінити як

$$P^h = 1 - (1 - P_0^h)(1 - k_B^h x^h),$$

де P_0^h – початковий рівень навиків;

k_B^h – коефіцієнт відповідності умов проведення заходу, спрямований на набуття навиків.

Для циклу із n заходів ФНН маємо

$$P^h(n) = 1 - (1 - P_0^h)(1 - k_B^h x^h)^n.$$

Визначення рівня підготовки об'єкта навчання до виконання i -го завдання до початку процесу підготовки можливе за допомогою

$$P_0^i = k_i^3 P_0^3 + k_i^b P_0^b + k_i^h P_0^h,$$

де k_i^3 – теоретичні знання для виконання i -го завдання;

k_i^b – вміння;

k_i^h – навички.

При цьому

$$k_i^3 + k_i^b + k_i^h = 1.$$

У загальному випадку визначити рівень підготовки об'єкта навчання до виконання i -го завдання після циклу підготовки можна так:

$$P_i = k_i^3 \left(P_{\max}^3 - (P_{\max}^3 - P_0^3)(P_{\max}^3 - k_B^3 x^3)^{n^3} \right) + k_i^b \left(P_{\max}^b - (P_{\max}^b - P_0^b)(P_{\max}^b - k_B^b x^b)^{n^b} \right) + k_i^h \left(P_{\max}^h - (P_{\max}^h - P_0^h)(P_{\max}^h - k_B^h x^h)^{n^h} \right),$$

де P_{\max}^3 – максимальний рівень знань, якого можна досягнути у разі проведення заходів із коефіцієнтом відповідності,

P_{\max}^B – максимальний рівень вмінь, якого можна досягнути у разі проведення заходів із відповідним коефіцієнтом відповідності;

P_{\max}^H – максимальний рівень навиків, якого можна досягнути у разі проведення заходів із відповідним коефіцієнтом відповідності;

n^3 – кількість заходів, проведених із надання знань;

n^B – кількість заходів, проведених для набуття вмінь;

n^H – кількість заходів, проведених для набуття навиків.

Тоді для визначення рівня підготовки об'єкта навчання до виконання i -го завдання після проведення трьох заходів $\Phi H3 \rightarrow \Phi H B \rightarrow \Phi H H$ маємо:

$$P_i = k_i^3 \left(P_{\max}^3 - (P_{\max}^3 - P_0^3) (P_{\max}^3 - k_b^3 x^3) \right) + \\ + k_i^B \left(P_{\max}^B - (P_{\max}^B - P_0^B) (P_{\max}^B - k_b^B x^B) \right) + \\ + k_i^H \left(P_{\max}^H - (P_{\max}^H - P_0^H) (P_{\max}^H - k_b^H x^H) \right).$$

Під час дослідження введено такі обмеження:

– об'єкт підготовки повністю готовий до проведення заходу, тобто володіє матеріалом та має навик для проведення цього заходу ($R_b = 1$);

– метод проведення обраний правильно ($k_m = 1$);

– навчальні засоби забезпечують якість проведення заходу ($k_a = 1$).

Тоді коефіцієнт відповідності умов проведення заходу буде залежати від ФН, обраної для його проведення:

$$P_i = k_i^3 \left(P_{\max}^3 - (P_{\max}^3 - P_0^3) (P_{\max}^3 - k_{\Phi}^3 x^3) \right)^{n^3} + \\ + k_i^B \left(P_{\max}^B - (P_{\max}^B - P_0^B) (P_{\max}^B - k_{\Phi}^B x^B) \right)^{n^B} + \\ + k_i^H \left(P_{\max}^H - (P_{\max}^H - P_0^H) (P_{\max}^H - k_{\Phi}^H x^H) \right)^{n^H}.$$

У результаті проведених досліджень формалізовано вплив ФН на рівень підготовки фахівців з провадження інформаційних технологій у промислове виробництво.

Висновки

1. Проведена апроксимація процесу підготовки фахівців на ймовірність виконання завдання дозволить оцінити ефективність підготовки для досягнення основної мети.

2. Дослідження показало, що використовуючи певні обмеження при розрахунках коефіцієнта відповідності умов проведення заходу можна оцінити вплив на ефективність підготовки його окремих складових, зокрема, ФН, обрану для проведення цього заходу.

3. Напрямом подальших досліджень може бути проведення імітаційного моделювання за введеними аналітичними виразами, що дозволить прогнозувати рівень підготовки фахівців з впровадження інформаційних технологій на різних етапах навчання.

Література

1. *Модели управления учебным процессом вуза* / И.П. Чучалин, В.З. Ямпольский, В.Н. Чудинов и др. – Томск: Изд-во Томського ун-та, 1992. – 180 с.

2. *Леонтьев Л.П.* Проблемы управления учебным процессом: Математические модели / Л.П. Леонтьев, О.Г. Гохман. – Рига, 1984. – 239 с.

3. *Павленко П.М.* Автоматизовані системи технологічної підготовки розширених виробництв. Методи побудови та управління: монографія / П.М. Павленко. – К.: Кн. вид-во НАУ, 2005. – 280 с.

4. *Автоматизированные информационные технологии в экономике* / под. ред. Г.А. Титоренко. – М.: Компьютер ЮНИТИ, 1998. – 336 с.

5. *Информационные технологии в наукоемком машиностроении: Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса* / под общ. ред. А.Г. Братухина. – К.: Техніка, 2001. – 728 с.

6. *Павленко П.М.* Обґрунтування показників оцінки ефективності підготовки фахівців з використанням різних форм навчання / П.М. Павленко, Ю.В. Задонцев, А.О. Хлевний // Електроніка та системи управління. – 2010. – №2. – С. 153–157.

Стаття надійшла до редакції 14.09.10.