

УДК681.3

**ЗАСТОСУВАННЯ ГІБРИДНОГО НАВЧАЛЬНОГО ПРАКТИКУМУ
ПІД ЧАС ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
З АВТОМАТИКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ**

Д. Трушаков¹, С. Рендзіняк²

¹*Кіровоградський національний технічний університет
пр. Університетський, 8, Кіровоград, 25030 Україна
Dmitriy-kntu@yandex.ru*

²*Інститут енергетики та систем керування,
Національний університет “Львівська політехніка”,
вул. С. Бандери 12, Львів, Україна
emd@polynet.lviv.ua*

Досліджено особливості застосування гібридного навчального практикуму на практичних заняттях з профільних дисциплін автоматики та електротехнічних дисциплін. Запропоновану методику гібридного практикуму в ході виконання студентами практичної роботи розглянуто на прикладі задачі визначення надійності персонального комп'ютера. Виконання практичної роботи розділено на етапи: застосування теоретичного матеріалу та його інтерактивне опрацювання для виконання розрахунків імовірності безвідмовної роботи персонального комп'ютера з отриманням графічних зображень кривих імовірностей безвідмовної роботи та оцінюванням вихідного результату. Для виконання розрахунків персональний комп'ютер представлено як мікропроцесорну систему, яка має складну комбіновану модульну структуру.

Ключові слова: гібридний практикум, надійність, персональний комп'ютер, комбінована структура.

Сьогодні сучасна вища освіта потребує нового якіснішого підходу до проведення лабораторних та практичних занять. Особливо це стосується профільних технічних дисциплін, які викладають у вищих технічних закладах України. Наприклад, в Інституті енергетики та систем керування Національного університету “Львівська політехніка” на кафедрі теоретичної та загальної електротехніки для поліпшення якості навчального процесу проводять гібридний лабораторний практикум [1, 2]. Такий підхід поділяє виконання лабораторної роботи на два етапи:

- проведення експерименту на фізичній моделі, під час якого досліджують реальні процеси;
- проведення математичного експерименту, так званого віртуального моделювання, під час якого за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення сту-

денти підтверджують отримані результати та визначають додаткові характеристики досліджуваного об'єкта.

Отже, лабораторний практикум за таким підходом поєднує в собі пояснення фізичних аспектів електротехнічних явищ із застосуванням комп'ютерних аналізаторів, що дає змогу вирішити альтернативність проблемних питань.

Метою проведених досліджень є визначення особливостей використання гібридного практикуму в ході проведення практичних занять з профільних дисциплін автоматики та електротехнічних дисциплін.

Застосування гібридного навчального практикуму. На кафедрі автоматизації виробничих процесів Кіровоградського національного університету для низки дисциплін, наприклад, таких як “Математичні основи теорії систем”, у разі виконання практичних занять застосовують традиційний підхід з використанням комп'ютерної техніки та програмного забезпечення типу MatLab чи MathCad. Однак для інших базових дисциплін, таких як “Діагностика систем та теорія надійності”, “Надійність приладів і систем автоматики”, виникають певні проблеми, вирішення яких запропоновано нижче. У сучасній освіті для виконання практичної роботи потрібне поєднання розрахункової частини з комп'ютерним моделюванням кінцевого результату. Запропонована структура застосування гібридного практикуму в ході проведення практичних занять показана на рис. 1.



Рис. 1. Структура застосування гібридного практикуму під час проведення практичних занять

Запропонований гібридний практикум у ході проведення практичних занять дає змогу:

- застосовувати стандартний підхід з вивченням теоретичної частини матеріалу і виконанням необхідних розрахунків електротехнічних систем автоматики й енергетики;
- отримати навички роботи з системним і прикладним програмним забезпеченням комп'ютера;
- інтерактивно опрацювати теоретичний матеріал відповідно до теми практичної роботи;
- набути навички оцінювання отриманого результату, що є важливим у діяльності сучасного інженера-системотехніка.

Проілюструємо запропоновану методику гібридного практикуму в ході виконання студентами практичної роботи на тему “Визначення надійності персонального комп'ютера”. Виконання практичної роботи поділяють на два етапи.

Етап 1. Вивчення теоретичної частини матеріалу і виконання необхідних розрахунків [3, 4, 6]. Спочатку будемо спрощену типову структурну схему персонального комп'ютера (ПК), у якій позначають усі його основні складові частини з урахуванням їхнього послідовного чи паралельного з'єднання, що зображено на рис. 2.

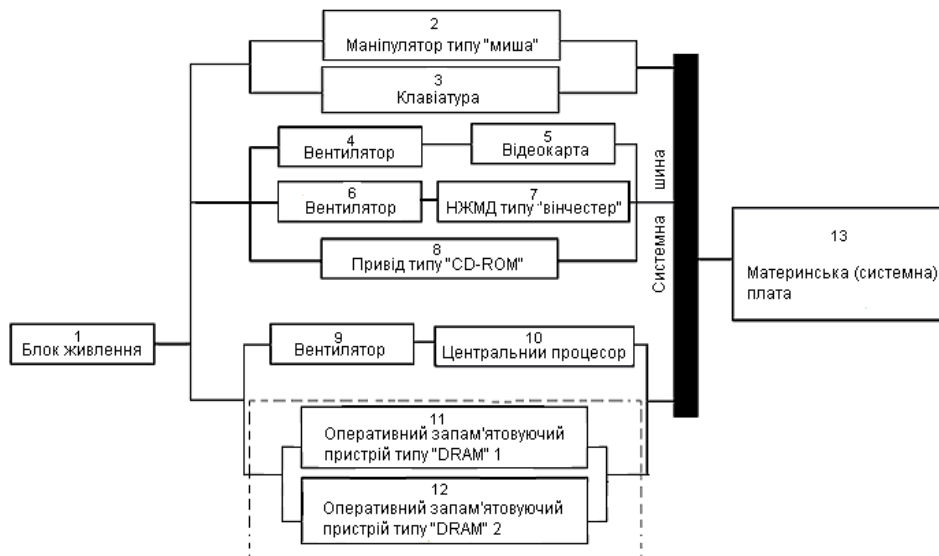


Рис. 2. Спрощена типова структурна схема ПК

Показники надійності елементів ПК [5] наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Показники надійності елементів ПК

Елемент (модуль)	Кількість m_j , шт.	Інтенсивність відмов $\lambda_j \cdot 10^{-5}$, 1/год	Середній наробіток $T_j \cdot 10^5$, год
Системна плата	1	5,0	0,2
Центральний процесор	1	0,1	6,6
ОЗП типу "DRAM"	2	0,5	2,0
Відеокарта	1	2,6	0,375
НЖМД	1	1,0	1,0
CD-ROM	1	5,0	0,2
Клавіатура	1	5,0	0,2
Маніпулятор "миша"	1	5,0	0,2
Блок живлення	1	2,6	0,375
Вентилятор	3	0,76	1,3

Для розрахунку надійності спрощеної типової структурної схеми ПК за допомогою лямбда-методу (експоненціального розподілу) приймають такі припущення:

- відмови елементів (модулів) незалежні;
- відмова будь-якого модуля призводить до відмови ПК;

- вихідними даними для розрахунку показників безвідмовності ПК є інтенсивності відмов λ_j модулів;
- коефіцієнт варіації напрацювання до відмови модулів $\nu = 1$;
- закон розподілу напрацювання до відмови ПК описують експоненціальним розподілом вигляду

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

де λ – загальна інтенсивність відмов усіх модулів ПК,

$$\lambda = \sum_{j=1}^n m_j \lambda_j, \quad (2)$$

де m_j – кількість однотипних модулів ПК; λ_j – інтенсивність відмов модуля j -го типу.

Середнє напрацювання до відмови ПК визначене виразом

$$T_{\text{ср}}^e = 1 / \lambda. \quad (3)$$

Розрахунок надійності за цим методом з використанням характеристик модулів ПК, що наведені в табл. 1, виконуємо в такій послідовності [4]:

- визначаємо середнє напрацювання до відмови ПК:

$$T_{\text{ср}}^e = \left(\sum_{j=1}^n m_j \lambda_j \right)^{-1} = (29,6 \cdot 10^{-5})^{-1} = 3381 \text{ год}; \quad (4)$$

- знаходимо гамма-відсоткове напрацювання ПК ($\gamma = 0,9$):

$$T_{\gamma}^e = -T_{\text{ср}}^e \cdot \ln \gamma = 3381 \cdot 0,1054 = 356 \text{ год}; \quad (5)$$

- розраховуємо ймовірність безвідмовної роботи ПК протягом заданого напрацювання $t = 1\,500$ год:

$$P^e(t) = e^{-\lambda t} = 0,64. \quad (6)$$

Розраховуємо ймовірність безвідмовної роботи спрощеної типової структурної схеми ПК (див. рис. 2) з урахуванням послідовного та паралельного з'єднання елементів (модулів) за умов, що:

- ймовірність безвідмовної роботи двох послідовно з'єднаних елементів

$$P = P_1 \cdot P_2; \quad (7)$$

- ймовірність безвідмовної роботи двох паралельно з'єднаних елементів

$$P = 1 - (1 - P_1)(1 - P_2); \quad (8)$$

- елементи 4 і 5, 6 і 7, 9 і 10 утворюють послідовне з'єднання, яке замінюємо квазіелементами B , C і D , відповідно;

- елементи 2 і 3, 11 і 12, утворюють паралельне з'єднання, яке замінюємо квазіелементами A і E , відповідно;

- елементи B, C і 8 утворюють паралельне з'єднання, яке замінюємо квазіелементом F ;
- елементи D і E утворюють паралельне з'єднання, яке замінюємо квазіелементом G ;
- елементи A, F і G утворюють паралельне з'єднання, яке замінюємо квазіелементом H ;
- елементи $1, H$ і 13 утворюють послідовне з'єднання, для якого отримуємо загальне рівняння для визначення ймовірності безвідмовної роботи ПК

$$P_{\gamma} = P_1 \cdot P_H \cdot P_{13}; \quad (9)$$

- знаходимо елемент з найменшою ймовірністю безвідмовної роботи серед P_1, P_H та P_{13} (тут елемент 13);
- визначаємо бажану ймовірність безвідмовної роботи елемента 13

$$P'_{13} = \frac{P_{\gamma}}{P_1 \cdot P_H} = \frac{0,9}{0,9189 \cdot 0,9998} = \frac{0,9}{0,9188} = 0,9795; \quad (10)$$

- знаходимо значення інтенсивності відмов елемента 13

$$\lambda'_{13} = -\frac{\ln(P'_{13})}{T} = -\frac{\ln(0,9795)}{0,041} = \frac{0,0207}{0,041} \approx 0,51; \quad (11)$$

- отримуємо значення ймовірності безвідмовної роботи системи з підвищеним напруцюванням та зменшеною інтенсивністю відмов

$$P' = P_1 \cdot P_H \cdot P'_{13}. \quad (12)$$

Етап 2. Інтерактивне опрацювання теоретичного матеріалу. На цьому етапі виконання практичної роботи студент виявляє вміння роботи з комп'ютером та здобуття навиків роботи з прикладним програмним забезпеченням.

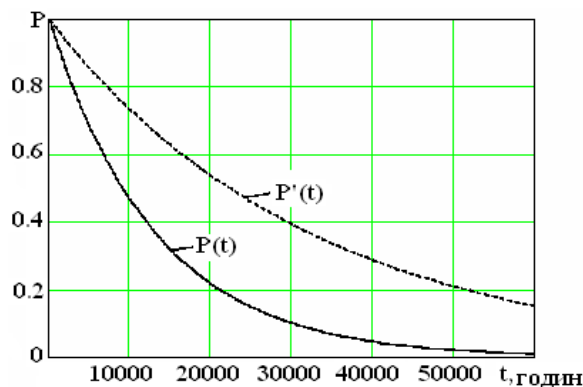


Рис. 3. Ймовірності безвідмовної роботи ПК:

$P(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи ПК за початкових даних;

$P'(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи ПК унаслідок зменшення інтенсивності відмов

Показники надійності ПК, розраховані лямбда-методом

Елементи	$\lambda \times 10^{-5}$, 1/год	Напряцювання $\times 10^5$, год					
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
1,5	2,6	0,7711	0,5945	0,4584	0,3535	0,2725	0,2101
2, 3, 8, 13	5,0	0,6065	0,3679	0,2231	0,1353	0,0821	0,0498
4, 6, 9	0,76	0,9268	0,8590	0,7961	0,7379	0,6839	0,6338
7	1,0	0,9048	0,8187	0,7408	0,6703	0,6065	0,5488
10	0,1	0,9900	0,9802	0,9704	0,9608	0,9512	0,9418
11, 12	0,5	0,9512	0,9048	0,8607	0,8187	0,7788	0,7408
A	-	0,8452	0,6004	0,3965	0,2524	0,1574	0,0971
B	-	0,7146	0,5107	0,3649	0,2608	0,1864	0,1332
C	-	0,8386	0,7033	0,5898	0,4946	0,4148	0,3478
D	-	0,9176	0,8420	0,7726	0,7089	0,6505	0,5969
E	-	0,9976	0,9909	0,9806	0,9671	0,9511	0,9328
F	-	0,9819	0,9082	0,7976	0,6770	0,5629	0,4628
G	-	0,9998	0,9986	0,9956	0,9904	0,9829	0,9729
H	-	0,9999	0,9998	0,9995	0,9977	0,9937	0,9869
P	-	0,4677	0,2187	0,1022	0,0477	0,0222	0,0103
13'	0,51	0,9612	0,9048	0,8607	0,8187	0,7788	0,7408
P'	-	0,7334	0,5379	0,3943	0,2887	0,2109	0,1536

На підставі отриманих результатів розрахунків показників надійності ПК лямбда-методом, що наведені в табл. 2, за допомогою відповідного програмного забезпечення будують графіки ймовірностей безвідмовної роботи ПК, зображені на рис. 3.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Korud V. The advantages of the hybrid laboratory work on electrical engineering / V. Korud, O. Namola, S. Rendzinyak, O. Gajduchok // Proceedings 16th International Conference on Computational Problems of Electrical Engineering. – Lviv, 2015. – P. 81–83.
2. Коруд В. Переваги гібридного лабораторного практикуму з електротехнічних дисциплін / В. Коруд, О. Гамола, С. Рендзіняк, О. Гайдучок // Електроніка та інформаційні технології : Матеріали VII Укр.-польської наук.-практ. конф. – Львів ; Чинадієво, 2015. – С. 142–143.
3. Трушаков Д. Визначення надійності персонального комп'ютера типу "IBM PC" / Д. Трушаков, О. Бірзул // Електроніка та інформ. технології. – 2012. – Вип. 2. – С. 135–141.
4. Trushakov D. Investigation of the Reliability of Computing Systems / D. Trushakov, D. Moshna // J. of Applied Computer Science. – 2012. – Vol. 20, N 2. – P. 131–140.
5. Азарсков В. Н. Надежность систем управления и автоматизации / В. Н. Азарсков, В. П. Стрельников. – Киев : НАУ, 2004. – 164 с.
6. Надійність приладів і систем автоматизації : Методичні вказівки для виконання практичних робіт з елементами кредитно-модульної системи організації навчального процесу спеціалістами та магістрами з напрямку підготовки 6.050201 "Системна інженерія" спеціалістами та магістрами спеціальності 7.05020101, 8.05020101

Стаття: надійшла до редакції 23.05.2016,
доопрацьована 27.05.2016,
прийнята до друку 30.05.2016.

TAKE ADVANTAGE OF A HYBRID WORKSHOP DURING PRACTICAL LESSONS ON MAJORS AUTOMATION AND ELECTRICAL DISCIPLINES

D. Trushakov¹, S. Rendzinyak²

¹*Kirovograd National Technical University,
8 Av. University, Kirovograd, Ukraine
Dmitriy-kntu@yandex.ru*

²*Institute for Power Engineering and Control Systems,
Lviv Polytechnic National University, 12 Bandera str., Lviv, Ukraine
emd@polynet.lviv.ua*

The work describes the use of hybrid research workshop in conducting workshops for major automation and electrical disciplines. The proposed hybrid technique workshop when the students practical work is illustrated by the example of determining the reliability of a personal computing system. Practical work is divided into two stages. Stage 1 – the study of the theoretical part of the material to the performance calculations of the probability of failure-free operation of a personal computing system. Stage 2 – Perform interactive processing of theoretical material to the construction schedules of probabilities uptime and evaluation of the final result. To perform the calculations Personal Computer is presented in terms of its separate modules.

Key words: hybrid workshop, reliability, personal computing system, combined structure.