



Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет енергетики, робототехніки
та комп'ютерних технологій

**Кафедра електропостачання
та енергетичного менеджменту**

**Методичні вказівки
для виконання практичних робіт
з дисципліни
«Основи надійності та діагностування
енергетичного обладнання»**

**для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання, спеціальності
141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

Харків 2024

**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет енергетики, робототехніки
та комп'ютерних технологій
Кафедра електропостачання та енергетичного менеджменту**

**Методичні вказівки
для виконання практичних робіт
з дисципліни
«Основи надійності та діагностування
енергетичного обладнання»**

**для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання, спеціальності
141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

Затверджено рішенням
Науково-методичної ради
факультету енергетики,
робототехніки та
комп'ютерних технологій
Протокол № 4
від 29.01.2024 р.

Харків 2024

УДК 621.3: 621.3.019.3: 658.588.2

T77

Схвалено
на засіданні кафедри
електропостачання та енергетичного менеджменту
протокол № 7 від 26 січня 2024 р.

Рецензенти:

Н. Г. Косулїна, д-р техн. наук, проф. Державного біотехнологічного університету;

М. Л. Лисиченко, д-р техн. наук, проф. Державного біотехнологічного університету

T77

Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни «Основи надійності та діагностування енергетичного обладнання» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочн. форм навч., спец.: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка; Держ. біотехнол. ун.-т; уклад.: І. М. Трунова. - Харків : [б. в.], 2024.- 20 с.

Методичні вказівки містять приклади рішення задач з надійності технічних пристроїв та задачі для самостійного рішення, рекомендовану літературу.

Видання призначене студентам першого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання, спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

УДК 372.862

Відповідальний за випуск: О. О. Мірошник, д-р техн. наук, проф.

© Трунова І. М., 2024

© ДБТУ, 2024

Зміст

	Стор.
Тема 1. Розрахунок показників надійності енергетичного обладнання за експоненціальним розподілом відмов.....	5
Тема 2. Розрахунок показників надійності системи з послідовним з'єднанням елементів.....	7
Тема 3. Розрахунок показників надійності системи з паралельним з'єднанням елементів у системі.....	10
Тема 4. Розрахунок показників надійності системи зі змішаним з'єднанням елементів у системі.....	11
Тема 5. Вплив умов електропостачання на надійність та якість використання електрообладнання.....	14
Тема 6. Прогнозування технічного стану ізоляції електродвигунів в експлуатації.....	16
Список використаних джерел.....	19

Тема 1
Розрахунок показників надійності
енергетичного обладнання
за експоненціальним розподілом відмов

Задача 1. На випробування направлено 1000 технічних пристроїв (ТП). За 3000 год. відмовило 80 ТП, а за інтервал часу 3000 ÷ 4000 год. відмовило ще 50 ТП. Необхідно визначити ймовірність безвідмовної роботи та ймовірність відмови протягом 3000 год., та інтенсивність відмови у проміжку часу 3000 ÷ 4000 год.

Розв'язання:

$$\hat{P}(0,3000) = 1 - \frac{80}{1000} = 0,92.$$

$$\hat{Q}(0,3000) = \frac{80}{1000} = 0,08 \quad \text{або} \quad \hat{Q}(0,3000) = 1 - 0,92 = 0,08$$

$$\lambda(3500) = \frac{50}{((920 + 870) / 2) \cdot 1000} = 5,59 \cdot 10^{-5}$$

Задача 2. Протягом деякого періоду часу проводилося спостереження за роботою одного відновлюваного ТП. За весь період спостереження було зареєстровано 15 відмов. До початку спостереження ТП проробив 258 год., до кінця спостереження напрацювання ТП склало 1233 год. Потрібно визначити середнє напрацювання до відмови.

Розв'язання:

Напрацювання ТП за період, що спостерігається, дорівнює

$$t = t_2 - t_1 = 1233 - 258 = 975 \text{ год.}$$

Приймаємо $\sum_{i=1}^{m(t_1, t_2)} t_{oi} = 975 \text{ год.}$

Знаходимо середнє напрацювання до відмови:

$$\hat{T}_O = \frac{975}{15} = 65 \text{ год.}$$

Задача 3. Проводилося спостереження за роботою трьох однакових відновлюваних ТП. За період спостереження було зафіксовано по першому ТП 5 відмов, по другому – 10 відмов і по третьому – 6 відмов.

Напрацювання першого ТП склало 111 год., другого – 319 год. і третього – 145 год. Потрібно визначити середнє напрацювання ТП до відмови.

Розв'язання:

Сумарне напрацювання трьох ТП визначається так:

$$\sum_{i=1}^{m(t_1, t_2)} t_{oi} = 111 + 319 + 145 = 575 \text{ год.}$$

Сумарна кількість відмов: $5 + 10 + 6 = 21$ відмова.

Середнє напрацювання до відмови

$$\hat{T}_O = \frac{575}{21} = 27,4 \text{ год.}$$

Задача 4. Відомо, що інтенсивність відмов ТП $\lambda = 0,01$ 1/год, а середній час відновлення $t_v = 12$ год. Потрібно визначити коефіцієнт готовності ТП.

Розв'язання:

Середнє напрацювання до першої відмови буде дорівнювати:

$$T_O = \frac{1}{0,01} = 100 \text{ год.}$$

Коефіцієнт готовності $K_T = 100 / (100 + 12) = 0,89$

Задача для самостійного рішення 1. На випробування направлено 2000 ТП. За 4000 год. відмовило 20 ТП, а за інтервал часу $4000 \div 6000$ год. відмовило ще 50 ТП. Необхідно визначити ймовірність безвідмовної роботи та ймовірність відмови протягом 4000 год., та інтенсивність відмови у проміжку часу $4000 \div 6000$ год.

Задача для самостійного рішення 2. Протягом деякого періоду часу проводилося спостереження за роботою одного відновлюваного ТП. За весь період спостереження було зареєстровано 10 відмов. До початку спостереження ТП проробив 212 год., до кінця спостереження напрацювання ТП склало 2123 год. Потрібно визначити середнє напрацювання до відмови.

Задача для самостійного рішення 3. Проводилося спостереження за роботою трьох однакових відновлюваних ТП. За період спостереження було зафіксовано по першому ТП 6 відмов, по другому – 11 відмов і по третьому – 8 відмов.

Напрацювання першого ТП склало 181 год., другого – 329 год. і третього – 245 год. Потрібно визначити середнє напрацювання ТП до відмови.

Задача для самостійного рішення 4. Відомо, що інтенсивність відмов ТП $\lambda=0,02$ 1/год, а середній час відновлення $t_v=10$ год. Потрібно визначити коефіцієнт готовності ТП.

Тема 2

Розрахунок показників надійності системи з послідовним з'єднанням елементів

Задача 5. Необхідно визначити показники надійності системи, що складається з п'яти послідовно з'єднаних елементів (див. рисунок 1) за вихідними даними, що приведені в таблиці 1.

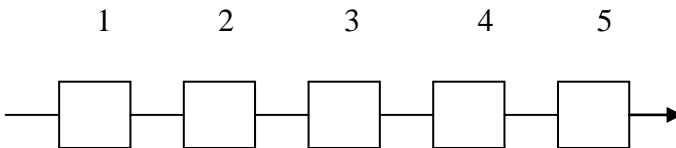


Рисунок 1 – Нерезервована ССН з п'ятьма послідовно з'єднаними елементами

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунку показників надійності за СНН, що приведена на рисунку 1

Частота відмов і-го елемента, ω_i , 1/рік	Середній час відновлення і-го елемента, τ_i , год
0,7	12
0,34	18
0,13	2
0,24	4
0,008	5

Розв'язання.

Частота відмов системи (параметр потоку відмов) з 5 послідовно з'єднаних елементів буде

$$\omega_c = \sum_{i=1}^5 \omega_i = 0,7 + 0,34 + 0,13 + 0,24 + 0,008 = 1,418 \text{ 1/рік.}$$

Середній час відновлення цієї системи (год):

$$\tau_c = \frac{1}{\omega_c} \sum_{i=1}^5 \omega_i \cdot \tau_i = \frac{1}{1,418} (0,7 \cdot 12 + 0,34 \cdot 18 + 0,13 \cdot 2 + 0,24 \cdot 4 + 0,008 \cdot 5) = 11,13$$

Середній час безвідмовної роботи:

$$T_c = \frac{1}{\omega_c} = \frac{1}{1,418} = 0,71 \text{ років,}$$

або

$$T_c = 0,71 \cdot 8760 = 6178 \text{ год.,}$$

де 8760 – число годин роботи системи на рік.

Ймовірність безвідмовної роботи системи за $t=1$ рік

$$P_c(1) = e^{-\omega t} = e^{-1,418 \cdot 1} = 0,242.$$

Ймовірність відмови системи за $t=1$ рік

$$Q_c(1) = 1 - e^{-\omega t} = 1 - e^{-1,418 \cdot 1} = 1 - 0,242 = 0,758.$$

Задача для самостійного рішення 5. Необхідно визначити показники надійності системи (див. рис.2, рис.3 та табл. 2)

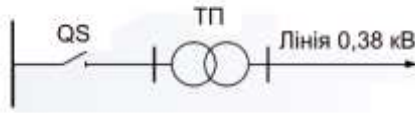


Рисунок 2

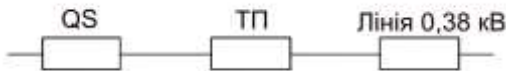


Рисунок 3

Таблиця 2 – Вихідні дані для розрахунку показників надійності

Елемент схеми	ω_i , 1/рік	τ_i , год
Лінійний роз'єднувач, QS	0,08	3,5
Трансформаторна підстанція 10/0,4 кВ (ТП)	0,18	2,75
Лінія 0,38 кВ	0,315	4,1

Таблиця 3 – Результати розрахунку за вихідними даними табл.3

Показники надійності системи електропостачання	
Частота відмов системи (параметр потоку відмов), ω_c (1/рік)	?
Середній час відновлення системи, τ_c (год):	?
Середній час безвідмовної роботи, T_c (роки/години)	?
Ймовірність безвідмовної роботи системи за $t=1$ рік, $P_c(t)$?
Ймовірність відмови системи за $t=1$ рік, $Q_c(t)$?

Тема 3
Розрахунок показників надійності системи
з паралельним з'єднанням елементів у системі

Задача 6. Необхідно визначити показники надійності системи, структурна схема надійності якої приведена на рисунку 4.

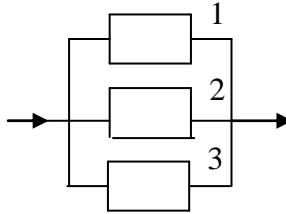


Рисунок 4 – Нерезервована ССН з трьома паралельно з'єднаними елементами

Таблиця 4 – Вихідні дані для розрахунку показників надійності за ССН, що приведена на рисунку 4

Номер елемента схеми	Частота відмов елемента, 1/рік	Середній час відновлення елемента, год
1	1,2	16
2	2,7	6
3	5,2	24

Розв'язання.

Частота відмов (параметр потоку відмов)

$$\omega_c = 8760^{1-3} \omega_1 \tau_1 \omega_2 \tau_2 \omega_3 \tau_3 \left(\frac{1}{\tau_1} + \frac{1}{\tau_2} + \frac{1}{\tau_3} \right) = 1.37 \cdot 10^{-4} \text{ 1/рік.}$$

Середній час відновлення

$$\tau_c = \frac{1}{\frac{1}{\tau_1} + \frac{1}{\tau_2} + \frac{1}{\tau_3}} = 3.69 \text{ год.}$$

Ймовірність безвідмовної роботи системи за $t=1$ рік

$$P_c(1) = e^{-\omega t} = e^{-0,000137 \cdot 1} = 0,999863.$$

Ймовірність відмови системи за $t=1$ рік

$$Q_c = 1 - e^{-0,000137 \cdot 1} = 0,000137.$$

Задача для самостійного рішення 6. Необхідно визначити показники надійності системи з 4-ма паралельно з'єднаними елементами.

Таблиця 5 – Вихідні дані для розрахунку показників надійності системи з 4-ма паралельно з'єднаними елементами

Номер елемента схеми	Частота відмов елемента, 1/рік	Середній час відновлення елемента, год
1	1,2	16
2	2,7	6
3	5,2	24
4	2,3	17

Тема 4

Розрахунок показників надійності системи зі змішаним з'єднанням елементів у системі

Задача 7. Необхідно визначити показники надійності системи електропостачання за схемою, що приведена на рисунку 5.

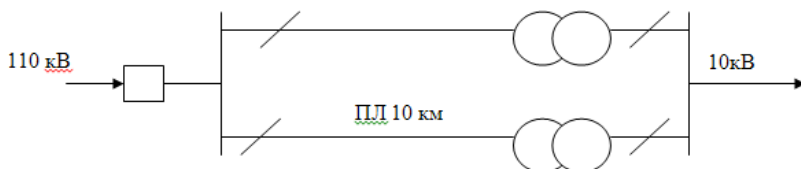


Рисунок 5

ССН для схеми, що приведена на рисунку 5, зображена на рисунку 6.

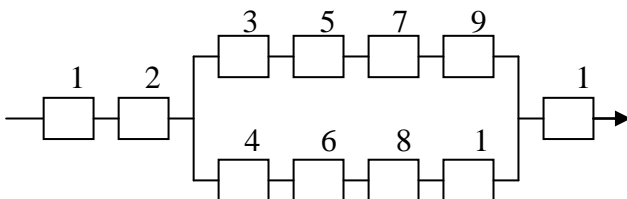


Рисунок 6

Таблиця 6 – Вихідні дані для розрахунку показників надійності схеми, що приведена на рисунку 6

№	Елемент	Умовн. позн.	Частота відмов ω , 1/рік	Середній час відновл., год.
1	Осередок вимикача 110 кВ	В110	0.02	5.5
2	Шини ВРП 110 кВ	Ш110	0.002	8
3,4	Осередок роз'єд. ВРП 110 кВ	Р110	0.005	4.5
7,8	Трансформатор 110/10 кВ	Т110	0.03	30
9,10	Осередок роз'єд. 10 кВ	РВ10	0.002	4
11	Шини РП 10 кВ	Ш10	0.002	7
5,6	ПЛ на 1 км	Л110	0.8	8

Розв'язання.

Для послідовно включених елементів 3, 5, 7, 9

$$\omega_{12} = \omega_3 + \omega_5 + \omega_7 + \omega_9 = 0.005 + 0.8 + 0.03 + 0.002 = 0.837 \frac{1}{\text{год}}$$

$$\tau_{12} = \frac{1}{0.837} (0.005 \cdot 4.5 + 0.8 \cdot 8 + 0.03 \cdot 30 + 0.002 \cdot 4) = 8.75 \text{ год.}$$

Для резервованої частини кола

$$\begin{aligned} \omega_{13} &= 8760^{-1} \cdot \omega_{12} \cdot \omega_{12} \cdot \tau_{12} \cdot \tau_{12} \cdot \left(\frac{1}{\tau_{12}} + \frac{1}{\tau_{12}} \right) = \\ &= \frac{\omega_{12}^2 \cdot 2 \cdot \tau_{12}}{8760} = 1.4 \cdot 10^{-3} \text{ 1/рік} \end{aligned}$$

$$\tau_{13} = \frac{1}{\frac{1}{\tau_{12}} + \frac{1}{\tau_{12}}} = \frac{\tau_{12}^2}{2\tau_{12}} = \frac{\tau_{12}}{2} = 4.379 \text{ год.}$$

Для послідовно з'єднаних елементів 1, 2, 13, 11 визначимо частоту відмов

$$\omega_c = \omega_1 + \omega_2 + \omega_{13} + \omega_{11} = 0.0254 \text{ 1/рік,}$$

використовуючи відповідні вирази задачі 20, визначимо середній час відновлення системи, що приведена на рисунку 6

$$\tau_c = 5.7531 \text{ год.},$$

середній час безвідмовної роботи

$$T_c = 39,37 \text{ р,}$$

ймовірність безвідмовної роботи системи за $t=1$ рік

$$P_c=0,9749,$$

ймовірність відмови системи за $t=1$ рік

$$Q_c=2,51 \cdot 10^{-2}.$$

Задача для самостійного рішення 7. Необхідно визначити показники надійності системи електропостачання за схемою, що приведена на рисунку 5, але з вихідними даними, що приведені у таблиці 7

Таблиця 7 – Вихідні дані для розрахунку показників надійності

№	Елемент	Умовн. позн.	Частота відмов ω , 1/рік	Середній час відновл., год.
1	Осередок вимикача 110 кВ	В110	0.01	5.2
2	Шини ВРП 110 кВ	Ш110	0.001	7
3,4	Осередок роз'єд. ВРП 110 кВ	Р110	0.004	4.9
7,8	Трансформатор 110/10 кВ	Т110	0.02	14
9,10	Осередок роз'єд. 10 кВ	РВ10	0.001	2
11	Шини РП 10 кВ	Ш10	0.01	6
5,6	ПЛ на 1км	Л110	0.7	4

Тема 5

Вплив умов електропостачання на надійність та якість використання електрообладнання

Для визначення впливу зміни напруги в мережі електропостачання на термін служби асинхронних електродвигунів (АД), використовується спрощений вираз

$$T_d = \frac{T_n}{R_m}, \quad (1)$$

де T_H - термін служби ізоляції АД за номінального режиму, рік;
 R_m - коефіцієнт, що визначається (з врахуванням, що $V=(U-U_H)/U_H$) за виразом

$$R_m = \begin{cases} (47 \cdot V^2 - 7,55 \cdot V + 1) \cdot M_c^2 & \text{при } -0,2 \leq V < 0; \\ M_c^2 & \text{при } 0,2 \geq V \geq 0. \end{cases} \quad (2)$$

Строк служби ламп розжарювання (ЛР) залежно від напруги живлення визначається за виразом

$$T_* = \frac{T}{T_H} = \left(\frac{U}{U_H} \right)^{-(14,8)}. \quad (3)$$

Математична модель середньодобового приросту Δm (гр) ваги свиней при зміні напруги живлення люмінесцентних ламп (ЛЛ) системи освітлення безвіконного свинарника:

$$\Delta m = -0,0144 \cdot (-0,00394 \cdot U^2 + 2,0424 \cdot U - 208,2795)^2 + 1,3461 \cdot (-0,00394 \cdot U^2 + 2,0424 \cdot U - 208,2795) + 409,47, \quad (4)$$

де U – напруга живлення системи освітлення, В.

Задача для самостійного рішення 8.

1. Визначити строк служби АД, приймаючи $T_H = 96$ міс., $U_H = 220$ В, $M_c = 1$.
2. Визначити строк служби ЛР за виразом, приймаючи $T_H = 1000$ год, $U_H = 220$ В
3. Побудувати графічну залежність середньодобового приросту ваги свиней при зміні напруги живлення ЛЛ системи освітлення безвіконного свинарника від 160 до 260 В.

Таблиця 8 - Вихідні дані для виконання задачі для самостійного рішення 8

Варіант	1 задача	2 задача	Варіант	1 задача	2 задача
	U, B	U, B			
1	190	240	16	220	232
2	192	241	17	222	233
3	194	242	18	224	234
4	196	243	19	226	235
5	198	244	20	228	236
6	200	245	21	230	237
7	202	246	22	232	238
8	204	247	23	234	239
9	206	248	24	236	229
10	208	249	25	238	228
11	210	250	26	240	227
12	212	251	27	242	226
13	214	252	28	244	225
14	216	230	29	246	224
15	218	231	30	248	223

Тема 6

Прогнозування технічного стану ізоляції електродвигунів в експлуатації

Задача для самостійного рішення 9. Надійшло в експлуатацію 7 електродвигунів ($N=7$), що мають початковий опір ізоляції $R_{\text{поч}}=60$ МОм. Після напрацювання t_e годин опір ізоляції кожного двигуна наведений у таблиці з вихідними даними для розрахунків.

Використовуючи α -розподілення, визначити оптимальний час профілактичних заходів технічної експлуатації для підвищення надійності електродвигунів t_n при допустимій ймовірності відмов $Q_{\text{доп}}=0,05$ та мінімальному зменшенні опору ізоляції до $R_{\text{доп}}=0,5$ МОм.

Скласти комп'ютерну програму та виконати розрахунки за допомогою ПК з шагом ітерацій $\Delta t = 10$ годин.

Алгоритм розрахунків

1. Математичне сподівання опору ізоляції в момент вимірювання розрахувати за виразом

$$m_e = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i, \text{ МОМ} \quad (5)$$

2. Середнє квадратичне відхилення опору ізоляції в момент вимірювання розрахувати за виразом

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (R_i - m_e)^2}, \text{ МОМ} \quad (6)$$

3. Математичне сподівання швидкості зміни опору розрахувати за виразом

$$m_R = \frac{|m_e - R_{noc}|}{t_e}, \text{ МОМ/год.} \quad (7)$$

4. Середнє квадратичне відхилення швидкості зміни опору розрахувати за виразом

$$\sigma_R = \frac{\sigma_e}{t_e}, \text{ МОМ/год.} \quad (8)$$

5. Параметри α -розподілення розрахувати за виразами

$$\alpha = \frac{m_R}{\sigma_R}; \quad \beta = \frac{R_{noc} - R_{don}}{\sigma_R} \quad (9)$$

6. Визначити періодичність профілактичних випробувань із виразу:

$$Q_{don} \leq \int_0^{t_n} \frac{\beta}{t^2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\beta}{t} - \alpha\right)^2} \cdot dt = \sum_{i=1}^{N=\frac{t_n}{\Delta t}} f(t + \Delta t) \cdot \Delta t \quad (10)$$

Таблиця 10 – Вихідні дані для розрахунку

№ вар	te	Ri						
		35	31	33	36	30	32	37
1	2100	35	31	33	36	30	32	37
2	2200	37	35	31	33	36	30	32
3	2300	40	37	35	31	33	36	30
4	2400	33	40	37	35	31	33	36
5	2500	31	33	40	37	35	31	33
6	2600	30	31	33	40	37	35	31
7	2700	35	30	31	33	40	37	35
8	2800	29	35	30	31	33	40	37
9	2900	25	29	35	30	31	33	40
10	3000	28	25	29	35	30	31	33
11	3100	24	28	25	29	35	30	31
12	3200	32	24	28	25	29	35	30
13	3300	27	32	24	28	25	29	35
14	3400	22	27	32	24	28	25	29
15	3500	23	22	27	32	24	28	25
16	3600	21	23	22	27	32	24	28
17	3700	25	21	23	22	27	32	24
18	3800	35	25	21	23	22	27	32
19	3900	24	35	25	21	23	22	27
20	4000	31	24	35	25	21	23	22
21	4100	26	31	24	35	25	21	23
22	4200	21	26	31	24	35	25	21
23	4300	20	21	26	31	24	35	25
24	4400	22	20	21	26	31	24	35
25	4500	31	22	20	21	26	31	24
26	4600	29	31	22	20	21	26	31
27	4700	28	29	31	22	20	21	26
28	4800	23	28	29	31	22	20	21
29	4900	26	23	28	29	31	22	20
30	5000	19	26	23	28	29	31	22

Список використаних джерел

1. Лут М. Т. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК/ М. Т. Лут, О. В. Мірошник, І. М. Трунова. - Харків: Факт, 2008. – 438 с. – Бібліогр.: с. 431-437.
2. Козирський В. В. Методи та моделі розрахунку надійності систем електропостачання: монографія/ В. В. Козирський, О. В. Гай - К.: Гнозіс, 2013.
3. Журахівський А.В. Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж: підручник / А. В. Журахівський, С. В. Казанський, Ю. П. Матеєнко, О. Р. Пастух. – Київ. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 456 с. – Бібліогр. : с. 450-452.
4. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Надійність електричних мереж» (для студентів 5 курсу денної та 6 курсу заочної форм навчання спец. 7.090603 - “Електротехнічні системи електроспоживання”, спец. 8.090603 - “Електротехнічні системи електроспоживання”, спец. 7.050701 - “Електротехніка та електротехнології” та спец. 8.050701 - “Електротехніка та електротехнології”) Укл.: Рожков П.П., Рожкова С.Е – Харків: ХНАМГ, 2008. – 40 с.
5. Васілевський О. М. Нормування показників надійності технічних засобів : [навчальний посібник] / О. М. Васілевський, О. Г. Ігнатенко. - Вінниця : ВНТУ, 2012. – 160 с.
6. Вплив якості електроенергії на технічні показники електроустановок та на ефективність агропромислового виробництва: метод. вказівки до виконання практичної роботи з дисц. «Організація технічної експлуатації енергетичного обладнання технологічних систем АПВ» для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочн. форм навч., спец.: 208 Агроінженерія/ Харків. нац. техн. у-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка; упоряд.: І. М. Трунова, Д. В. Бондаренко.- Харків : [б. в.], 2020.- 20 с.
6. Надійність машин [Текст] : практикум / О. С. Гринченко [та ін.] ; за ред.: О. С. Гринченка, В. Г. Кухтова ; Харків. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка. - Харків : Планета-Прінт, 2018. - 140 с. - Бібліогр.: с. 136-137.

Навчальне видання

**Методичні вказівки
для виконання практичних робіт
з дисципліни
«Основи надійності та діагностування
енергетичного обладнання»**

**для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання, спеціальності
141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

**Упорядник:
ТРУНОВА Ірина Михайлівна**

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 1,16.
Наклад ___пр.
Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44