

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

# **НАДІЙНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН**

Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання  
для студентів заочної форми навчання

Харків 2012

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Дисципліна «Надійність електричних машин» вивчає теорію надійності електричних машин і трансформаторів, методи забезпечення надійності при проектуванні, виробництві та експлуатації електричних машин і трансформаторів, а також заходи з прогнозування рівня надійності нових електричних машин і трансформаторів.

Основним завданням та метою дисципліни є ознайомлення з показниками надійності, що регламентуються державними стандартами; оволодіння методами визначення показників надійності електричних машин і трансформаторів, вивчення сучасних методів забезпечення та підтримання сучасного рівня надійності електричних машин і трансформаторів.

Вивчення навчальної дисципліни базується на знаннях з проектування, виробництва, експлуатації електричних машин і трансформаторів.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен вміти визначати номенклатуру показників надійності для даного виду електричних машин або трансформаторів, розраховувати показники надійності електричних машин і трансформаторів за статистичними даними та давати їм ймовірнісну оцінку, прогнозувати рівень надійності для нових типів електричних машин і трансформаторів. Також студент повинен знати загальні положення теорії надійності; номенклатуру показників надійності та методи їх визначення; основні заходи щодо підтримання рівня надійності при експлуатації та забезпечення належного рівня надійності при проектуванні та виробництві електричних машин і трансформаторів.

Вивчення дисципліни «Надійність електричних машин» студентами заочної форми навчання відбувається під час самостійної роботи. Студент повинен скласти конспект за вивченим матеріалом та відповісти на питання для самоперевірки. Після вивчення відповідних розділів дисципліни рекомендується виконувати контрольне завдання.

Це методичне видання містить в собі програму курсу «Надійність електричних машин», контрольні питання за розділами курсу, методичні вказівки для виконання контрольних завдань, а також перелік джерел інформації, необхідних для вивчення дисципліни.

## 2 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

За навчальним планом дисципліна «Надійність електричних машин» вивчається в 8 семестрі на четвертому курсі. Навчальним планом передбачено 2,25 кредити загального обсягу, що становить 81 навчальну годину, які розподіляються на 4 години лекцій, 4 години практичних занять, 73 години самостійної роботи для виконання контрольного завдання та підготовки до заліку.

До складу дисципліни увійшли такі розділи:

- «Загальні поняття і терміни теорії надійності»;
- «Показники надійності»;
- «Особливості надійності різних типів електричних машин та їх вузлів».

## 2 ТИПОВА ПРОГРАМА ТА КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

### **Розділ 1. Загальні поняття і терміни теорії надійності**

Термінологія теорії надійності, проблема надійності, конструкційна і експлуатаційна надійність, моральне та фізичне старіння.

### **Розділ 2. Показники надійності**

Безвідмовність як показник надійності. Визначення, кількісні міри: вірогідність безвідмовної роботи, вірогідність відмови, частота відмов, інтенсивність відмов, середнє напрацювання на відмову, середнє напрацювання до відмови. Крива відмов електричної машини. «Крива життя» електричної машини (характеристика інтенсивності відмов).

Довговічність як показник надійності. Визначення, кількісні міри: ресурс, середній термін служби

Ремонтпридатність як показник надійності. Визначення, кількісні міри: середній час відновлення, інтенсивність відновлення, вірогідність відновлення в заданий час, середня вартість технічного обслуговування

Готовність як показник надійності. Визначення, кількісна міра: коефіцієнт готовності.

Збережність як показник надійності. Визначення, кількісна міра: середній термін зберігання.

Надійність складних систем. Представлення складних систем (електричних машин і трансформаторів) у вигляді схеми заміщення з послідовно і паралельно з'єднаних елементів. Вірогідність безвідмовної роботи та вірогідність відмови складних систем.

### **Розділ 3. Особливості надійності різних типів електричних машин та їх вузлів**

Методи забезпечення надійності. Вибір ступенів захисту, застосування спеціалізованих виконань, удосконалення конструкцій, зменшення рівня вібрацій, підвищення технологічності конструкцій, проведення випробувань в умовах, наближених до номінальних умов експлуатації. Фактори, що визначають термін служби електричної машини.

Надійність колекторно-щіткового вузла. Причини зносу і пошкоджень колекторно-щіткового вузла.

Питання надійності ізоляції електричних машин. Причини руйнування ізоляції. Чинники, що визначають термін служби ізоляції.

Питання надійності підшипників. Причини зношування підшипників. Чинники, що визначають термін служби підшипників.

Надійність трансформаторів. Причини старіння трансформаторного масла, надійність обмоток.

Надійність асинхронних машин. Забезпечення надійності обмотки статора при проектуванні та виробництві. Забезпечення надійності фазного ротора при експлуатації.

Надійність синхронних машин середньої та великої потужності. Принципи забезпечення надійності електричних машин безперервного циклу роботи, система планово-попереджувальних ремонтів.

Надійність машин постійного струму. Забезпечення надійності обмотки якоря.

Надійність електричних машин малої потужності. Забезпечення надійності підшипників, ізоляції.

Прискорені випробування на надійність.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Дайте визначення надійності електричної машини.
2. Охарактеризуйте конструкційну надійність електричної машини.
3. Охарактеризуйте експлуатаційну надійність електричної машини.
4. Охарактеризуйте вплив морального та фізичного старіння електричних машин на надійність
5. Назвіть і охарактеризуйте показники надійності.
6. Дайте визначення безвідмовності роботи електричної машини та її кількісних мір.
7. Дайте визначення довговічності електричної машини та її кількісних мір.
8. Дайте визначення ремонтпридатності електричної машини та її кількісних мір.
9. Дайте визначення збережності електричної машини та її кількісних мір.
10. Дайте визначення готовності електричної машини та її кількісної міри.
11. Охарактеризуйте криву відмов електричної машини.
12. Охарактеризуйте «криву життя» електричної машини (характеристику інтенсивності відмов).
13. Наведіть схему заміщення складної системи (електричної машини) та надайте формулу вірогідності безвідмовної роботи для цієї схеми заміщення.
14. Охарактеризуйте вплив виконання (IC, IP, IM) електричної машини на надійність.
15. Охарактеризуйте вплив вібрації електричної машини на надійність. Вкажіть шляхи підвищення надійності.
16. Охарактеризуйте вплив ізоляції електричної машини на надійність. Вкажіть шляхи підвищення надійності.
17. Охарактеризуйте вплив колекторно-щіткового вузла електричної машини на надійність. Вкажіть шляхи підвищення надійності.
18. Охарактеризуйте вплив підшипників електричної машини на на-

дійність. Вкажіть шляхи підвищення надійності.

19. Назвіть і охарактеризуйте фактори, що впливають на надійність трансформатора.

20. Назвіть і охарактеризуйте фактори, що впливають на надійність асинхронних машин з короткозамкненим ротором.

21. Назвіть і охарактеризуйте фактори, що впливають на надійність асинхронних машин з фазним ротором.

22. Назвіть і охарактеризуйте фактори, що впливають на надійність синхронних машин середньої та великої потужності.

23. Назвіть і охарактеризуйте фактори, що впливають на надійність машин постійного струму.

24. Назвіть і охарактеризуйте фактори, що впливають на надійність електричних машин малої потужності.

### 3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Контрольною роботою з дисципліни «Надійність електричних машин» є відповідь на два контрольні питання та вирішення однієї задачі у відповідності з варіантом. Номер варіанту відповідає номеру за списком в журналі академічної групи.

Номери контрольних питань, що відповідають варіантам, приведені в табл. 3.1. Номер задачі відповідає номеру варіанту.

Під час виконання контрольної роботи рекомендується користуватись джерелами інформації [1 – 3].

Контрольне завдання зараховується після співбесіди з викладачем.

Таблиця 3.11 – Розподіл питань за варіантами

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Номери питань	1, 13	2, 14	3, 15	4, 16	5, 17	6, 18	7, 19	8, 20	9, 21	10, 22	11, 23	12, 24

## ЗАДАЧІ

1. Провести оцінку вірогідності безвідмовної роботи  $P(t)$  та середнє напрацювання на відмову  $T_{\text{ср}}$  для періоду нормальної експлуатації однофазного асинхронного двигуна для двох проміжків часу його роботи  $t_1 = 1000$  год,  $t_2 = 3000$  год і для величини інтенсивності відмов  $\lambda = 20 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>.

2. Визначити вірогідність безвідмовної роботи  $P(t)$ , інтенсивність відмов  $\lambda(t)$  і середнє напрацювання на відмову  $T_{\text{ср}}$  для періоду зношування трифазного асинхронного двигуна для двох проміжків часу його роботи  $t_1 = 8000$  год і  $t_2 = 10000$  год, якщо середня довговічність  $T_p = 12000$  год і середнє квадратичне відхилення часу між відмовами  $\sigma = 2000$  год.

3. Визначити вірогідність безвідмовної роботи  $P(t)$ , інтенсивність відмов  $\lambda(t)$  і середнє напрацювання на відмову  $T_{\text{ср}}$  для шарикопідшипників електричної машини для двох проміжків часу роботи  $t_1 = 500$  год і  $t_2 = 1000$  год, якщо параметри масштабу та асиметрії розподілу відмов  $\lambda_0 = 2 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1,5</sup> і  $k = 1,5$ .

4. Визначити вірогідність безвідмовної роботи  $P(t)$  та середнє напрацювання на відмову  $T_{\text{ср}}$  машини постійного струму для двох проміжків часу  $t_1 = 1000$  год і  $t_2 = 3000$  год при таких значеннях інтенсивності відмов окремих вузлів:

магнітна система з обмоткою збудження –  $\lambda_1 = 0,01 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>,

обмотка якоря –  $\lambda_2 = 0,05 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>,

підшипники ковзання –  $\lambda_3 = 0,4 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>,

колектор –  $\lambda_4 = 3 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>,

щітковий пристрій –  $\lambda_5 = 1 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>.

Розподіл відмов підпорядковується експоненційному закону.

5. Визначити середній час відновлення працездатності двигунів пос-

тійного струму  $T_B$ , інтенсивність його відновлення  $\mu$  і ремонтпридатність  $R(t)$  для проміжків часу, що пройшов після відновлення електричної машини,  $t_1 = 2$  год і  $t_2 = 4$  год, якщо при випробуваннях на надійність було зафіксовано: загальна кількість обслуговувань  $s = 40$ , загальна кількість годин на обслуговування  $\Sigma t = 198$  год.

6. Визначити час напрацювання на відмову  $t_{cp}$ , коефіцієнт готовності  $k_r$  асинхронного двигуна для часу, що минув від початку роботи,  $T = 500$  год, якщо інтенсивність відмов  $\lambda = 60 \cdot 10^{-6}$  год $^{-1}$ , інтенсивність відновлення працездатності після відмови  $\mu = 0,5$  год $^{-1}$ , допустимий час з обслуговування двигуна  $t = 2$  год.

7. Провести оцінку вірогідності безвідмовної роботи  $P(t)$  та середнє напрацювання на відмову  $T_{cp}$  для періоду нормальної експлуатації однофазного асинхронного двигуна для двох проміжків часу його роботи  $t_1 = 1000$  год,  $t_2 = 3000$  год і для величини інтенсивності відмов  $\lambda = 30 \cdot 10^{-6}$  год $^{-1}$ .

8. Визначити вірогідність безвідмовної роботи  $P(t)$ , інтенсивність відмов  $\lambda(t)$  і середнє напрацювання на відмову  $T_{cp}$  для періоду зношування трифазного асинхронного двигуна для двох проміжків часу його роботи  $t_1 = 9000$  год і  $t_2 = 11000$  год, якщо середня довговічність  $T_p = 12000$  год і середнє квадратичне відхилення часу між відмовами  $\sigma = 2000$  год.

9. Визначити вірогідність безвідмовної роботи  $P(t)$ , інтенсивність відмов  $\lambda(t)$  і середнє напрацювання на відмову  $T_{cp}$  для шарикопідшипників електричної машини для двох проміжків часу роботи  $t_1 = 700$  год і  $t_2 = 1200$  год, якщо параметри масштабу та асиметрії розподілу відмов  $\lambda_0 = 2 \cdot 10^{-6}$  год $^{-1,5}$  і  $k = 1,6$ .

10. Визначити вірогідність безвідмовної роботи  $P(t)$  та середнє напрацювання на відмову  $T_{cp}$  машини постійного струму для двох проміжків часу

$t_1 = 2000$  год і  $t_2 = 4000$  год при таких значеннях інтенсивності відмов окремих вузлів:

магнітна система з обмоткою збудження –  $\lambda_1 = 0,01 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>,

обмотка якоря –  $\lambda_2 = 0,05 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>,

підшипники ковзання –  $\lambda_3 = 0,4 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>,

колектор –  $\lambda_4 = 3 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>,

щітковий пристрій –  $\lambda_5 = 1 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>.

Розподіл відмов підпорядковується експоненційному закону.

11. Визначити середній час відновлення працездатності двигунів постійного струму  $T_B$ , інтенсивність його відновлення  $\mu$  і ремонтпридатність  $R(t)$  для проміжків часу, що пройшов після відновлення електричної машини,  $t_1 = 2$  год і  $t_2 = 4$  год, якщо при випробуваннях на надійність було зафіксовано: загальна кількість обслуговувань  $s = 20$ , загальна кількість годин на обслуговування  $\Sigma t = 118$  год.

12. Визначити час напрацювання на відмову  $t_{cp}$ , коефіцієнт готовності  $k_T$  асинхронного двигуна для часу, що минув від початку роботи,  $T = 600$  год, якщо інтенсивність відмов  $\lambda = 60 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>, інтенсивність відновлення працездатності після відмови  $\mu = 0,6$  год<sup>-1</sup>, допустимий час з обслуговування двигуна  $t = 2$  год.

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ

Основними показниками надійності електричної машини є безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, готовність, збережність. Для їх кількісного визначення в теорії надійності введені вірогідність безвідмовної роботи, вірогідність відмови, частота відмов, інтенсивність відмов, середнє напрацювання на відмову, ресурс, термін служби, час відновлення, інтенсивність відновлення, вірогідність відновлення в заданий час, коефіцієнт готовності, коефіцієнт збережності.

Знаючи закон розподілу, якому підпорядковуються відмови вузла або електричної машини в цілому, можна математично визначити ці величини.

Для експоненційного закону розподілу відмов, якому підпорядковуються відмови асинхронних двигунів і деяких типів машин постійного струму в період нормальної експлуатації, математичний вираз кількісних характеристик такий:

- вірогідність безвідмовної роботи для деякого часу роботи електричної машини

$$P(t) = e^{-\lambda t},$$

- середнє напрацювання на відмову

$$T_{\text{ср}} = \frac{1}{\lambda},$$

- інтенсивність відмов

$$\lambda = \text{const}.$$

Коли всі відмови складових частин електричної машини підпорядковуються експоненційному розподілу, тоді результуюча інтенсивність відмов всієї машини

$$\lambda = \sum_{i=1}^N \lambda_i.$$

Відмови асинхронних двигунів в період зношування підпорядковуються нормального розподілу (розподілу Гауса). Для цього розподілу:

- вірогідність безвідмовної роботи

$$P(t) = \frac{1 - \Phi\left(\frac{t - T_p}{\sigma \sqrt{2}}\right)}{1 + \Phi\left(\frac{T_p}{\sigma \sqrt{2}}\right)},$$

- інтенсивність відмов

$$\lambda(t) = \frac{\sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot e^{-\frac{(t - T_p)^2}{2\sigma^2}}}{\sigma \cdot \left(1 - \Phi\left(\frac{t - T_p}{\sigma \sqrt{2}}\right)\right)},$$

- середнє напрацювання на відмову

$$T_{\text{ср}} = T_p + \frac{\sigma \cdot \sqrt{\frac{2}{\pi}}}{1 + \Phi\left(\frac{T_p}{\sigma \cdot \sqrt{2}}\right)} \cdot e^{-\frac{T_p^2}{2\sigma^2}},$$

де  $\Phi\left(\frac{t - T_p}{\sigma \cdot \sqrt{2}}\right)$  та  $\Phi\left(\frac{T_p}{\sigma \cdot \sqrt{2}}\right)$  – інтеграли вірогідності вигляду

$$\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_0^x e^{-x^2} dx, \text{ які визначаються для значень } x = \frac{t - T_p}{\sigma \cdot \sqrt{2}} \text{ і } x = \frac{T_p}{\sigma \cdot \sqrt{2}} \text{ за}$$

довідковими математичними таблицями (табл. А.1),

$t$  – час роботи електричної машини,

$T_p$  – довговічність,

$\sigma$  – середнє квадратичне відхилення часу між відмовами.

Відмови шарикопідшипників, що працюють в електричних машинах, підпорядковуються розподілу Вейбула. Для цього розподілу:

- вірогідність безвідмовної роботи

$$P(t) = e^{-\lambda_0 t^k},$$

- інтенсивність відмов

$$\lambda(t) = \lambda_0 \cdot k \cdot t^{k-1},$$

- середнє напрацювання на відмову

$$T_{\text{ср}} = \frac{\Gamma\left(\frac{1}{k} + 1\right)}{\lambda_0^{1/k}},$$

де  $\lambda_0$ ,  $k$  – параметри масштабу і асиметрії розподілу, наводяться в паспортних даних на підшипники,

$t$  – час роботи електричної машини,

$\Gamma\left(\frac{1}{k} + 1\right)$  –  $\gamma$ -функція, значення якої визначається за довідковими ма-

тематичними таблицями для значення  $\left(\frac{1}{k} + 1\right)$  (табл. А.2).

Кількісними мірами ремонтпридатності є:

- середній час відновлення

$$T_B = \frac{\Sigma t}{s},$$

де  $\Sigma t$  – загальна кількість годин на обслуговування,

$s$  – загальна кількість обслуговувань;

- інтенсивність відновлення

$$\mu = \frac{1}{T_B};$$

- ремонтпридатність або вірогідність відновлення до повної працездатності до часу відновлення

$$R(t) = 1 - e^{-\mu t},$$

де  $t$  – час, що пройшов після відновлення електричної машини.

Кількісними мірами готовності електричної машини до виконання своїх функцій до часу  $t$  є:

- коефіцієнт готовності

$$k_r = 1 - e^{-\mu t} \cdot (1 - e^{-\lambda T}),$$

- час відновлення працездатності після відмови

$$T_B = \frac{1}{\mu},$$

- час напрацювання на відмову

$$t_{\text{ср}} = T_B \cdot \frac{k_r}{1 - k_r},$$

де  $\mu$  – інтенсивність відновлення після відмови,

$\lambda$  – інтенсивність відмов,

$T$  – час, що минув від початку роботи.

### ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Ермолин Н.П. Надежность электрических машин / Н.П. Ермолин., И.П. Жерихин – Л.: Энергия. – 1976.
2. Гольдберг О.Д. Надежность электрических машин / О.Д. Гольдберг, С.П. Хелемская. – Академия. – 2010.
3. Кузнецов Н.Л. Сборник задач по надежности электрических машин. – ИД МЭИ. – 2008.

ДОДАТОК А  
(ДОВІДКОВИЙ)

Функції вірогідності

Таблиця А.1 – Значення інтеграла вірогідності вигляду  $\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_0^x e^{-x^2} dx$

$x$	$\Phi(x)$	$x$	$\Phi(x)$	$x$	$\Phi(x)$
0,00	0,0000	1,00	0,8427	2,00	0,9953
0,05	0,0564	1,05	0,8624	2,05	0,9963
0,10	0,1125	1,10	0,8802	2,10	0,9970
0,15	0,1680	1,15	0,8961	2,15	0,9976
0,20	0,2227	1,20	0,9103	2,20	0,9981
0,25	0,2763	1,25	0,9229	2,25	0,9985
0,30	0,3286	1,30	0,9340	2,30	0,9988
0,35	0,3794	1,35	0,9438	2,35	0,9991
0,40	0,4284	1,40	0,9523	2,40	0,9993
0,45	0,4755	1,45	0,9597	2,45	0,9995
0,50	0,5205	1,50	0,9661	2,50	0,9996
0,55	0,5633	1,55	0,9716	2,55	0,9997
0,60	0,6039	1,60	0,9736	2,60	0,9998
0,65	0,6420	1,65	0,9804	2,65	0,9998
0,70	0,6778	1,70	0,9838	2,70	0,9999
0,75	0,7112	1,75	0,9867	2,75	0,9999
0,80	0,7421	1,80	0,9891	2,80	0,9999
0,85	0,7707	1,85	0,9911	2,85	0,9999
0,90	0,7969	1,90	0,9928	2,90	0,9999
0,95	0,8209	1,95	0,9942	2,95	0,9999

Примітка: 1.  $\Phi(x) = \Phi(-x)$ ;

2. Для  $x \geq 3,00$   $\Phi(x) = 1$ .

Таблица А.2 – Значение  $\gamma$ -функции

$x$	$\Gamma(x)$	$x$	$\Gamma(x)$	$x$	$\Gamma(x)$
1,00	1,00000	1,34	0,89222	1,68	0,90500
1,01	0,99433	1,35	0,89115	1,69	0,90678
1,02	0,98884	1,36	0,89018	1,70	0,90864
1,03	0,98255	1,37	0,88931	1,71	0,91057
1,04	0,97844	1,38	0,88854	1,72	0,91258
1,05	0,97350	1,39	0,88785	1,73	0,91467
1,06	0,96874	1,40	0,88726	1,74	0,91683
1,07	0,96415	1,41	0,88676	1,75	0,91906
1,08	0,95973	1,42	0,88636	1,76	0,92137
1,09	0,95546	1,43	0,88604	1,77	0,92376
1,10	0,95135	1,44	0,88581	1,78	0,92623
1,11	0,94740	1,45	0,88566	1,79	0,92877
1,12	0,94359	1,46	0,88560	1,80	0,93138
1,13	0,93993	1,47	0,88563	1,81	0,93408
1,14	0,93642	1,48	0,88575	1,82	0,93685
1,15	0,93304	1,49	0,88595	1,83	0,93969
1,16	0,92980	1,50	0,88623	1,84	0,94261
1,17	0,92670	1,51	0,88659	1,85	0,94561
1,18	0,92373	1,52	0,88704	1,86	0,94869
1,19	0,92089	1,53	0,88757	1,87	0,95184
1,20	0,91817	1,54	0,88818	1,88	0,95507
1,21	0,91558	1,55	0,888964	1,89	0,95838
1,22	0,92311	1,56	0,89049	1,90	0,96177
1,23	0,91075	1,57	0,89142	1,91	0,96523
1,24	0,90852	1,58	0,89243	1,92	0,96877
1,25	0,90640	1,59	0,89352	1,93	0,97240
1,26	0,90440	1,60	0,89468	1,94	0,97610
1,27	0,90250	1,61	0,89592	1,95	0,97988
1,28	0,90072	1,62	0,89692	1,96	0,98374
1,29	0,89904	1,63	0,89742	1,97	0,98769
1,30	0,89747	1,64	0,89864	1,98	0,99171
1,31	0,89600	1,65	0,90012	1,99	0,99581
1,32	0,80464	1,66	0,90167	2,00	1,00000
1,33	0,89338	1,67	0,90330		

**Надійність електричних машин:** Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання для студентів заочної форми навчання спеціальності 050702 «Електричні машини та апарати» / Уклад. О.Ю. Юр'єва. – Харків: НТУ «ХПІ», 2012. - 16 с.

Укладачі:                    О. Ю. ЮР'ЄВА

Рецензент:                В.С. Лупіков

Кафедра електричних машин

Навчальне видання

НАДІЙНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання  
для студентів заочної форми навчання  
спеціальності 050702 «Електричні машини та апарати»

Укладачі: ЮР'ЄВА Олена Юріївна

Відповідальний за випуск В.І.Міліх  
Роботу до друку рекомендував В.Т.Долбня

Редактор

План 2012 р. п.

Підписано до друку . Формат 60x84<sup>1/16</sup>. Папір офсетний.  
Друк – ризографія. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 0,58.  
Обл.-вид. арк. 0,41. Наклад – 50 прим. Зам. № . Ціна договірна.

---

Видавничий центр НТУ «ХП»  
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2009 р.  
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

---

Друкарня НТУ "ХП", 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21