



Міністерство освіти і науки України
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**
імені ПЕТРА ВАСИЛЕНКА
Навчально-науковий інститут енергетики та
комп'ютерних технологій
Кафедра електропостачання
та енергетичного менеджменту

**ВПЛИВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ТЕХНІЧНІ
ПОКАЗНИКИ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК ТА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ
АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Методичні вказівки
до виконання практичної роботи
з дисципліни «Організація технічної експлуатації
енергетичного обладнання технологічних систем АПВ»**

**для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання, спеціальності
208 Агроінженерія**

Харків 2020

Міністерство освіти і науки України
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
імені ПЕТРА ВАСИЛЕНКА

Навчально-науковий інститут
енергетики та комп'ютерних технологій

Кафедра електропостачання та енергетичного менеджменту

ВПЛИВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ТЕХНІЧНІ
ПОКАЗНИКИ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК ТА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ
АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Методичні вказівки
до виконання практичної роботи
з дисципліни «Організація технічної експлуатації
енергетичного обладнання технологічних систем АПВ»

для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання, спеціальності
208 Агроінженерія

Затверджено рішенням
Науково-методичної ради
ННІ ЕКТ ХНТУСГ
Протокол № 3
від 30.11.2020 р.

Харків 2020

УДК 372.862

Схвалено
на засіданні кафедри
електропостачання та енергетичного менеджменту
Протокол № 3 від 17.11.2020 р.

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.

Методичні вказівки містять пояснення до роботи, варіанти для виконання завдання, форму звітності, контрольні запитання та рекомендовану літературу.

Видання призначене студентам другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання, спеціальності 208 Агроінженерія.

Рецензенти:

Н. Г. Косуліна, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри біомедичної інженерії та теоретичної електротехніки Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка;

С. О. Тимчук, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка;

Відповідальний за випуск (зав. каф.): **О. О. Мірошник**, д-р техн. наук, проф.

© Трунова І. М., Бондаренко Д. В.
упорядкування, 2020
© ХНТУСГ, 2020

ВПЛИВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ТЕХНІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК ТА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Мета роботи: отримати уяву щодо можливих причин відмов та щодо змін технічних характеристик електрообладнання технологічних процесів АПВ внаслідок змін напруги живлення

ПОЯСНЕННЯ ДО РОБОТИ

В технологічних процесах агропромислового виробництва (АПВ) використовується силове електрообладнання (електродвигуни приводів робочих механізмів транспортерів, систем вентиляції тощо), світлотехнічні установки в системах освітлення, комутаційна апаратура, засоби автоматизації технологічних процесів тощо. Внаслідок змін напруги живлення технічні характеристики електрообладнання змінюються. Це стосується активної потужності, що споживається з мережі живлення електрообладнанням, світлового потоку світлотехнічного обладнання, терміну служби електрообладнання тощо. При скороченні терміну служби та в аварійних ситуаціях, якість електричної енергії може стати причиною передчасної або аварійної відмови електрообладнання. Це **необхідно враховувати при сервісному обслуговуванні електрообладнання технологічних процесів АПВ**. Також якість електроенергії слід враховувати при визначенні причин зниження обертів електродвигунів, зниження рівня освітленості с.г. приміщень, зниження температури нагріву приміщень при використанні електротермічних установок тощо. Визначення комплексної ефективності використання електрообладнання залежно від якості електричної енергії виконують під час енергетичного аудиту. Фахівці сервісної служби також можуть використовувати методики енергетичного аудиту для розуміння, до яких наслідків, крім технічних складових, може призвести неякісна електрична енергія для успішності АПВ. Це ва-

жливо для розробки та обґрунтування технічних заходів з модернізації обладнання фахівцями сервісної служби (наприклад, для рекомендацій щодо використання новітнього обладнання, яке менш чутливе до впливу неякісної електроенергії).

Одним з показників якості електричної енергії, відхилення від нормативних значень якого найбільш впливає на електрообладнання, є зміна напруги живлення. **Вимоги до змін напруги** встановлені у Кодексі систем розподілу [1], де посилаючись на стандарт [2], вказано, що зміни напруги живлення електроустановок споживачів мають бути в межах $\pm 10\%$ від номінальної напруги, але для особливо віддалених споживачів стандартом [2] передбачені зміни напруги до -15% від номінальної напруги.

Реформи електроенергетичної галузі останніх часів спрямовані на покращення якості послуг, зокрема, це стосується і якості електричної енергії. По-перше, встановлені строки щодо усунення проблем з якістю електричної енергії. По-друге, споживачі електричної енергії, параметри якої не відповідають вимогам, що вказані в [1,2], мають право на зниження на 25% суми плати за спожиту електричну енергію на розрахунковий період, що може компенсувати технологічні збитки АПВ. Але у випадку значних збитків необхідно звертатися за компенсацією цих збитків з обґрунтуванням недоотримання прибутку.

В умовах агропромислового комплексу (АПК) зміни напруги можуть дуже сильно відрізнятись від номінальної напруги мережі живлення, навіть виходити за межі, що встановлені стандартом для особливо віддалених споживачів. Це зумовлено особливостями систем електропостачання сільськогосподарських районів. В сільських розподільних мережах електропостачання споживачів застосовуються переважно розгалужені довгі повітряні лінії електропередачі. Дуже складно забезпечити зміни напруги в нормованих межах в такому випадку, тому що ця обставина знижує ефективність централізованих технічних засобів регулювання напруги. Також можна відмітити не кращий технічний стан пристроїв РПН на трансформаторах районних

трансформаторних підстанцій та мало використовувані пристрої ПБЗ на споживчих трансформаторних підстанціях.

Таким чином, в умовах сільського господарства є об'єктивні причини для того, щоб деякі зі споживачів були визнані особливо віддаленими з відповідним рівнем забезпечення напругою живлення його електроустановок до -15% від U_n . А це також впливатиме на характеристики електроустановок споживача. Існують аналітичні залежності, що використовуються для визначення таких змін, які приведені нижче, використовуючи дані з [3].

Як було вказано, найсуттєвіший вплив на основні показники роботи енергетичного обладнання в технологічних процесах сільськогосподарського виробництва мають зміни (відхилення) напруги в електропостачальній системі.

Активна потужність, що споживається асинхронним електродвигуном (АД), визначається за виразом

$$P_d = M_{c*} \cdot P_n + \Delta P_n \cdot (1 + K_p), \quad (1)$$

де ΔP_n - втрати активної потужності в АД за напруги U_n , Вт;
 K_p - коефіцієнт пропорційності:

$$K_p = (11,84 \cdot M_{c*}^3 - 18,25 \cdot M_{c*}^2 + 3,9 \cdot M_{c*}) \cdot V^3 + (-2,67 \cdot M_{c*}^3 + 9,5 \cdot M_{c*}^2 - 3,08 \cdot M_{c*} + 1) \cdot V^2 + (-2,35 \cdot M_{c*}^3 + 1,55 \cdot M_{c*}^2 - 0,81 \cdot M_{c*} + 0,85) \cdot V, \quad (2)$$

де M_{c*} - коефіцієнт завантаження, в.о.;

V - відхилення напруги, в.о.

Реактивна потужність АД визначається за виразом:

$$Q_d = Q_0 + Q_p, \quad (3)$$

де Q_0 - реактивна потужність намагнічування, В·Ар;

Q_p - реактивна потужність розсіювання, В·Ар.

Реактивна потужність намагнічування залежно від напруги мережі U (В) визначається за виразом

$$Q_0 = \left(\frac{U}{U_n} \right)^2 \cdot Q_{0n}, \quad (4)$$

де Q_{0n} - номінальна реактивна потужність намагнічування, В·Ар;

U_n - номінальна напруга, В.

Реактивна потужність розсіювання визначається за спрощеним виразом

$$Q_p = \frac{P_n \cdot M_{c*}^2}{2 \cdot M_{k*} \cdot \left(\frac{U}{U_n} \right)^2}, \quad (5)$$

де P_n - номінальна активна потужність АД, Вт;

M_{k*} - кратність максимального моменту АД, в.о.

Для визначення впливу відхилень напруги в електропостачальній системі на термін служби АД, використовується спрощений вираз

$$T_d = \frac{T_n}{R_m}, \quad (6)$$

де T_n - термін служби ізоляції АД за номінального режиму, рік;

R_m - коефіцієнт, що визначається за виразом

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

Залежність швидкості обертання вала ротора АД від напруги живлення описується виразом, який справедливий при $\frac{M_{\text{кн}}}{M_{\text{н}}} > 1,6$ і номінальній частоті струму

$$w = w_0 \cdot \left(1 - \frac{S_k \cdot M_c}{2 \cdot M_{\text{кн}} \cdot K_U^2} \right), \quad (8)$$

де S_k - критичне ковзання;

M_c - момент опору на валу АД, Н·м;

$M_{\text{кн}}$ - максимальний момент АД при номінальному режимі, Н·м;

$K_U = \frac{U}{U_{\text{н}}}$ - відношення напруги на затискачах АД U (В)

до номінальної напруги $U_{\text{н}}$ (В).

Залежність потужності, що споживається із мережі електро-термічними установками (ЕТУ) з нагріванням опором, від напруги визначається за виразом

$$P_{\text{ЕТУ}} = \frac{U^2}{R}, \quad (9)$$

де R - активний опір провідника, Ом.

Для ЕТУ безперервної дії усталене значення температури матеріалу нагрівача залежно від напруги мережі визначається за виразом

$$\theta_n = \frac{U^2}{R \cdot k_T \cdot S_n} + \theta_{1n}, \quad (10)$$

де S_n - площа зовнішньої поверхні джерела тепла, м²;

k_T - коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·°C);

θ_{1n} - початкова температура матеріалу нагрівача, °C.

Для ЕТУ періодичної дії кінцева температура нагрівання матеріалу (середовища), що нагрівається, при сталому режимі визначається за виразом

$$\theta = \frac{U^2 \cdot \eta_e \cdot \eta_T}{R \cdot V_T \cdot \rho \cdot c} + \theta_1, \quad (11)$$

де η_T - тепловий ККД ЕТУ;

η_e - електричний ККД;

V_T - об'ємна подача матеріалу, що нагрівається, до установки, м³/с;

ρ - щільність матеріалу, кг/м³;

c - питома теплоємність матеріалу, Дж/(кг·°C);

θ_1 - початкова температура, °C.

Режим освітлювальних ламп достатньо повно характеризують такі показники: потужність, що споживається із мережі P (Вт), світловий потік Φ (Лк) і термін служби T (год).

Найбільша залежність цих показників від усталеного відхилення напруги у ламп розжарення (ЛР).

При відхиленнях напруги в межах $\pm 10\%$ від номінального на затискачах електроприймачів з лампами розжарення (ЛР) U (В) показники роботи ЛР описуються такими виразами:

$$P_* = \frac{P}{P_H} = \left(\frac{U}{U_H} \right)^{1,6}, \quad (12)$$

$$\Phi_* = \frac{\Phi}{\Phi_H} = \left(\frac{U}{U_H} \right)^{3,6}, \quad (13)$$

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

При зміні напруги мережі в межах $\pm 15\%$ від номінальної зміна параметрів газорозрядних ламп визначається за виразом

$$\frac{\Delta X}{X_H} = \frac{n_x \cdot \Delta U}{U_H}, \quad (15)$$

де X - відповідний параметр лампи при номінальній напрузі;
 ΔX - його зміна;
 n_x - коефіцієнт для відповідного параметру.

Для люмінесцентних ламп зі схемою з дроселем коефіцієнти n_x мають такі узагальнені значення: $n_P \approx 2,0$; $n_\Phi \approx 1,5$. Для ламп типу ДРЛ, ртутно-кварцевих ламп високого тиску: $n_P \approx 2,0$; $n_\Phi \approx 2,5$.

У ламп ДРТ еритемної дії залежність еритемного потоку від напруги мережі визначається за виразом

$$\Phi_{eU} = \Phi_{не} \cdot \left(4 \cdot \frac{U}{U_n} - 3 \right), \quad (16)$$

де $\Phi_{не}$ - еритемний потік при номінальній напрузі, мер.

Вплив напруги на бактерицидний потік, наприклад, лампи ДБ-3, визначається за виразами

при $U_n \leq U \leq 1,15 \cdot U_n$

$$\frac{\Phi_{\delta U}}{\Phi_{нб}} = 0,73 \cdot \frac{U}{U_n} - 0,27, \quad (17)$$

при $0,8 \cdot U_n \leq U < U_n$

$$\frac{\Phi_{\delta U}}{\Phi_{нб}} = 1,35 \cdot \frac{U}{U_n} - 0,35. \quad (18)$$

Ефективність використання інфрачервоного випромінювання в значній мірі залежить від режиму. Потрібна для даного виду і віку тварин або птиці температура, що ними відчувається за інфрачервоного опромінення, $\theta_{I\tau}$ ($^{\circ}\text{C}$) визначається за виразом

$$\theta_{I\tau} = \theta + k_2 \cdot E_{I\tau}, \quad (19)$$

де k_2 - коефіцієнт, що враховує відчутність тепла твариною або птицею при інфрачервоному опроміненні. Орієнтовні інтегральні коефіцієнти поглинання інфрачервоного випромінювання, що визначаються з урахуванням спектральної чутливості хутра тварин і пір'я птиці, наводяться в нормативних документах;

$E_{I\tau}$ - опроміненість, $\text{Вт} \cdot \text{м}^2$.

Залежність інфрачервоної опроміненості від напруги мережі в будь-якій точці зони обігріву при постійній висоті інфрачервоного опромінювача h (м) визначається:

- для ламп інфрачервоного випромінювання за виразом

$$E_{\text{ІЧ}} = \beta \cdot e^{-\gamma \cdot h \cdot (-v)^2} \cdot \left(\alpha_{\delta} \cdot \frac{U}{U_H} + 1 \right), \quad (20)$$

- для ТЕНів за виразом

$$E_{\text{ІЧ}} = \beta \cdot e^{(-v)^2} \cdot h^{-\gamma} \cdot \left(\alpha_{\delta} \cdot \frac{U}{U_H} + L \right), \quad (21)$$

де $\alpha_{\delta}, \beta, \gamma, v$ - емпіричні коефіцієнти, що залежать від типу джерела інфрачервоного випромінювання;

L - відстань по горизонталі до об'єкту опромінення, м.

Математичні моделі річних економічних витрат підприємства повинні враховувати приведені вище аналітичні вирази. Наприклад, математичні моделі для забезпечення нормованої освітленості при різних значеннях $k_U = U/U_H$, враховуючи відомі аналітичні вирази зміни строку служби ламп, зміни світлового потоку ламп, зміни потужності, що споживається лампами від напруги живлення приведені в [4]:

- для ЛР

$$B_{\text{ЛР}} = T_B \cdot n_H \cdot k_U^{-3,61} \cdot \left(\frac{C_{\text{ЛР}}}{T_H \cdot k_U^{-14}} + T_e \cdot P_H \cdot k_U^{1,58} \right), \quad (22)$$

де T_B - кількість годин використання ламп на рік, год.;

T_H - номінальний строк служби ламп за U_H , год.;

n_H - кількість ламп, необхідних для забезпечення нормованої освітленості (E_H , лк) за U_H , шт.;

$C_{лр}$ – ціна однієї лампи, грн;
 T_e – тариф на електроенергію, грн/кВт·год;
 P_n – номінальна потужність лампи за U_n , кВт;

- для ЛЛ

$$V_{лл} = n_n \cdot T_B \cdot \left(\frac{C_{лл}}{T_n \cdot (5,75 \cdot k_u - 3,75 \cdot k_u^2 - 1)} + \frac{T_e \cdot P_n \cdot (3,75 \cdot k_u - 2,75)}{(1,25 \cdot k_u - 0,25)} \right), (23)$$

Однак, в свою чергу зміна технічних характеристик електрообладнання впливає на ефективність технологічних процесів сільськогосподарського виробництва

Приведені математичні моделі (22), (24) не враховують особливості сільськогосподарського виробництва, наприклад, залежності приросту ваги свиней, несучості курей, продуктивності молочних корів від рівня освітленості, а відповідно, і від змін напруги.

Зміна кутової швидкості обертання вала ротора має наслідок - зміну продуктивності робочих машин. Наприклад, вентилятори, які працюють цілодобово в сільськогосподарському приміщенні, при зміні кутової швидкості обертання вала ротора змінюють продуктивність, що впливає на температуру навколишнього середовища і, в результаті, на продуктивність тварин, на приріст ваги тварин, на якість готової продукції. Температура повітря в приміщенні в залежності від продуктивності вентилятора визначається за виразом

$$\theta = \frac{Q_{ж} + L \cdot C_v \cdot \theta_z}{L \cdot C_v + Q_{ж} \cdot \alpha_{\theta}}, (24)$$

де $Q_{ж}$ - кількість тепловиділення тваринами або птицею, кДж/год;

L - продуктивність вентилятора, м³/год;

C_V - об'ємна теплоємність повітря, кДж/(м³·°C);

θ_3 - температура повітря зовні, °C;

α_θ - температурний коефіцієнт розширення повітря, °C.

Приклади впливу температури повітря на ефективність технологічних процесів відгодівлі сільськогосподарських тварин та птиці наведені у наступних виразах з [5].

У свиней масою 55 кг для чотирьох різних рівнів годування А (40, 80, 120 і 160 г/(кг^{0,75}·доб.)) добовий приріст Δm (г/(кг^{0,75}·доб.)) залежно від температури повітря θ (K) визначається за виразом

$$\Delta m = 26,6(\pm 0,32) + 1,48(\pm 0,17) \cdot \theta - 0,015(\pm 0,005) \cdot \theta^2 + 0,45(\pm 0,01) - 0,0002(\pm 0,00003) \cdot A \cdot \theta^2, \quad (25)$$

де в дужках вказана дисперсія коефіцієнтів.

Залежність ваги бройлерних курчат m (кг) від навколишньої температури повітря θ (K) визначається за виразами:

а) для курочок:

$$m = 0,041 \cdot \theta - 1,373 - 0,0016 \cdot (\theta - 21,75)^2 + 0,047 \cdot b - 0,0013 \cdot \theta \cdot b, \quad (26)$$

б) для півнів:

$$m = 0,041 \cdot \theta - 1,499 - 0,0016 \cdot (\theta - 21,75)^2 + 0,085 \cdot b - 0,0013 \cdot \theta \cdot b, \quad (27)$$

де b - вік птиці, доб.

Вказані вище аналітичні залежності можна знайти, як вказувалося посиланнями, в [3-5]. Однак, електрообладнання стає більш досконалим, змінюються типи використовуваного обладнання. Так, знаючи залежність середньодобового приросту ваги свиней Δm_c (гр) від штучної освітленості $E_{ш}$ при відгодівлі в безвіконних приміщеннях, що приведена у [4]

$$\Delta m_c = 410 + 1,313 \cdot E_{ш} - 0,014 \cdot E_{ш}^2 \quad (28)$$

в [6] отримана нова математична модель середньодобового приросту Δm (гр) ваги свиней при зміні напруги живлення люмінесцентних ламп системи освітлення безвіконного свинарника:

$$\Delta m = -0,0144 \cdot (-0,00394 \cdot U^2 + 2,0424 \cdot U - 208,2795)^2 + 1,3461 \cdot (-0,00394 \cdot U^2 + 2,0424 \cdot U - 208,2795) + 409,47, \quad (29)$$

де U – напруга живлення системи освітлення, В.

По аналогії була отримана математична модель середньодобового приросту Δm (гр) ваги свиней при зміні напруги живлення ламп розжарювання системи освітлення безвіконного свинарника:

$$\Delta m = -0,025771 \cdot (e^{0,0163U})^2 + 1,800791 \cdot e^{0,0163U} + 409,47 \quad (30)$$

Таким чином, це питання необхідно постійно досліджувати та вдосконалювати алгоритми розрахунків.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 1) Чи може якість електричної енергії стати причиною передчасної або аварійної відмови електрообладнання?
- 2) Які вимоги чинних нормативних документів до змін напруги живлення?
- 3) Яка компенсація передбачена споживачам неякісної електричної енергії?
- 4) На які технічні показники впливає зміна напруги живлення?
- 5) Яким чином впливають зміни напруги на ефективність технологічних процесів АПВ?
- 6) В яких випадках фахівцям сервісного підприємства з обслуговування електрообладнання АПВ слід звертати увагу на відхилення напруги живлення електроустановок?

ПРОГРАМА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Визначити строк служби асинхронного двигуна за виразом (6), приймаючи $T_n = 96$ міс., $U_n = 220$ В, $M_c=1$.
2. Визначити строк служби ламп розжарювання за виразом (14), приймаючи $T_n=1000$ год, $U_n = 230$ В (так як ЛР розраховані на номінальну напругу 230 В)
3. Побудувати графічну залежність середньодобового приросту ваги свиней при зміні напруги живлення люмінесцентних ламп системи освітлення безвіконного свинарника за виразом (29)
4. Оформити звіт за прикладом (див. додаток)

Вихідні дані для виконання практичної роботи

Варіант	1 задача	2 задача	Варіант	1 задача	2 задача
	U, В	U, В			
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

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кодекс систем розподілу [Електронний ресурс] URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0310874-18#n11> (дата звернення 16.10.2020).
2. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності: ДСТУ EN 50160:2014 (EN 50160:2010, IDT). [Чинний з 1.10.2014] - К.: Держстандарт України, 2014. – 27 с.
3. 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.
4. Трунова І. М. Практикум з енергетичного аудиту в АПК.: навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл./ І. М. Трунова, О. А. Савченко, О. В. Мірошник. – Х.: Фінарт, 2015. - 180 с.
5. Баротфи И., Рафаи П. Энергосберегающие технологии и агрегаты на животноводческих фермах: Пер. с венг. – М.: Агропромиздат, 1988. – 228 с.
6. Кабиш В. О. Енергетичний аудит систем освітлення як один із заходів для позитивного розвитку виробництва тваринницької продукції/ В. О. Кабиш, Р. Р. Пастушенко, І. М. Трунова//Сучасний стан і перспективи розвитку обліку, аналізу та фінансового забезпечення підприємств агропромислового виробництва: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 12-13 жовтня 2020 р. / Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. – Харків: ХНАУ, 2020. – С. 162-164.

ДОДАТОК

Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка

Кафедра електропостачання та енергетичного менеджменту

Звіт з практичної роботи

Врахування якості електроенергії під час енергетичного аудиту
технологічних процесів АПВ

Виконав: студент _____ гр. _____

Варіант №...

Таблиця 1 – Вихідні дані

Варіант	1 задача	2 задача
	U, B	U, B
?	?	?

Задача 1

Визначити строк служби асинхронного двигуна за виразом (6),
приймаючи $T_n = 96$ міс., $U_n = 220$ В, $M_{c*} = 1$.

Визначаємо строк служби асинхронного електродвигуна за виразом

$$T_d = \frac{T_n}{R_m},$$

де T_n - термін служби ізоляції АД за номінального режиму, рік ;

R_m - коефіцієнт, що визначається за виразом

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

Результат розрахунку: при експлуатації асинхронного електродвигуна в умовах, коли напруга живлення $U = ?$ В, строк служби становить $T = ?$ міс.

Задача 2.

Визначити строк служби ламп розжарювання за виразом (14), приймаючи $T_H=1000$ год, $U_H = 230$ В (так як ЛР розраховані на номінальну напругу 230 В)

Визначаємо строк служби ламп розжарювання за виразом

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

Результат розрахунку: при експлуатації ламп розжарювання в умовах, коли напруга живлення $U = ?$ В, строк служби становить $T = ?$ год.

Задача 3.

Побудувати графічну залежність середньодобового приросту ваги свиней при зміні напруги живлення люмінесцентних ламп системи освітлення безвіконного свинарника за виразом (29)

Приклад:

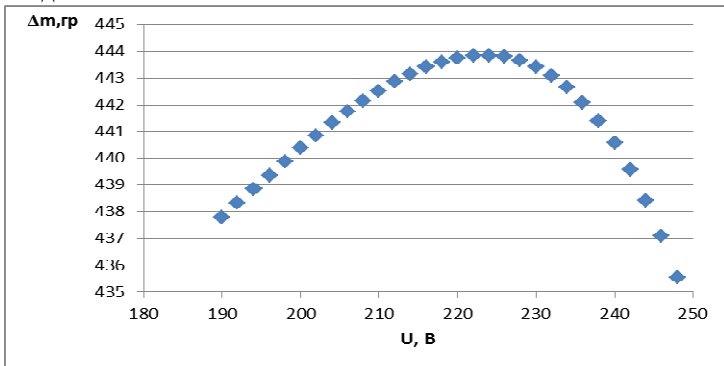


Рисунок 1 – Залежність середньодобового приросту Δm (гр) ваги свиней при зміні напруги живлення **ламп розжарювання** системи освітлення безвіконного свинарника

Навчальне видання

**ВПЛИВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ТЕХНІЧНІ
ПОКАЗНИКИ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК ТА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ
АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Методичні вказівки
до виконання практичної роботи
з дисципліни «Організація технічної експлуатації
енергетичного обладнання технологічних систем АПВ»**

**Упорядники:
ТРУНОВА Ірина Михайлівна,
БОНДАРЕНКО Дмитро Валерійович**

Формат 60x84x16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. 1,16.

Тираж 30 прим.

Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка