

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий механічний інститут
Кафедра будівельних, дорожніх та меліоративних машин



02-01-585М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з дисципліни
«Експлуатація та технічний сервіс машин» для здобувачів
вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-
професійною програмою «Створення та експлуатація
машин і обладнання» спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування» денної та заочної форми навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННМІ
Протокол № 2 від 02.10.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Експлуатація та технічний сервіс машин» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Створення та експлуатація машин і обладнання» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форми навчання [Електронне видання] / Тхорук Є. І., Голотюк М. В., Хітров І. О. – Рівне : НУВГП, 2024 – 36 с.

Укладачі:

Тхорук Є. І., професор кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин, к.т.н., доцент;

Голотюк М. В., доцент кафедри агроінженерії, к.т.н., доцент;

Хітров І. О., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, к.т.н., доцент.

Методичні вказівки схвалено на засіданні кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин

Протокол № 2 від 17 вересня 2024 року

Відповідальний за випуск: в.о. завідувача кафедри Тхорук Є. І.

Керівник групи забезпечення, гарант ОПП

Тхорук Є.І.

Попередня версія МВ 02-02-112

© Є. І. Тхорук,

М. В. Голотюк

І. О. Хітров, 2024

© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 4 |
| Практична робота №1. Визначення кількості технічних обслуговувань, ремонтів машин і технологічного обладнання..... | 5 |
| Практична робота №2. Визначення ресурсних показників надійності машин і обладнання..... | 12 |
| Практична робота №3. Загальні положення дилерської діяльності..... | 20 |
| Практична робота №4. Контроль у сфері закупівельної діяльності підприємств технічного сервісу..... | 23 |
| Рекомендації до виконання самостійної роботи..... | 30 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 32 |
| ДОДАТКИ | 33 |

ВСТУП

Метою навчальної дисципліни “Експлуатація та технічний сервіс машин” є розвиток професійних значимих якостей майбутніх фахівців щодо організації і проведення технічної експлуатації машин та обладнання, особливостей їх сервісного забезпечення обслуговуючими підприємствами і господарствами з практичним набуттям навичок розв'язання типових експлуатаційно-сервісних завдань.

Завдання навчальної дисципліни передбачає формування знань, вмінь, навичок і методики розв'язання інженерних завдань, пов'язаних з організацією і технологією технічного обслуговування машин та обладнання та їх сервісного супроводу.

Самостійна робота студентів – це запланована пізнавальна, організаційно і методично спрямована їх діяльність, яка здійснюється без прямої допомоги викладача для досягнення конкретного результату.

Самостійна робота студента під керівництвом викладача протікає у формі ділової взаємодії: студент отримує безпосередні вказівки, рекомендації викладача з організації самостійної діяльності, а викладач виконує функцію управління через облік, контроль і коригування помилкових дій.

Самостійна робота студента проходить два етапи:

- перший етап – період початкової організації, яка потребує від викладача безпосередньої участі в діяльності студентів, знаходженні та аналізі помилок;
- другий етап – період самоорганізації.

Практична робота дозволяє студенту самостійно вибрати найраціональніше рішення з поставлених перед ним комплексних завдань.

Практична робота №1

Визначення кількості технічних обслуговувань, ремонтів машин і технологічного обладнання

Мета заняття: ознайомлення з методами визначення кількості технічних обслуговувань, ремонтів технічних об'єктів.

Річний план ТО машинного парку (технологічного обладнання) являє собою вільну річну відомість робіт з ТО, яка виконується по кожному технічному об'єкті (для навчальних цілей вибір машинного парку або технологічного комплексу приймається самостійно згідно напрямку досліджень або видається викладачем). В експлуатаційних господарствах він є основним документом для розрахунку потреби в матеріальних і трудових ресурсах при розробці виробничо-фінансового плану

С три способи розрахунку річного плану ТО:

1. Аналітичний;
2. Графічний;
3. Спосіб номограм.

Аналітичний спосіб визначення ТО і ремонтів

Кількість ТО і ремонтів ($N_{то.р}$) які повинні бути проведені в році, що планується, для відповідних технічних об'єктів, розраховують за формулою:

$$N_{то.р} = \left[(H'_\partial + H_{нл}) / \Pi_i \right] - N_n; \quad (1.1)$$

де: H_∂ – величина фактичного напрацювання на початок року, що планується, з часу проведення останнього виду ТО і Р або з початку експлуатації, маш-год. (год.);

$H_{нл}$ – напрацювання, що планується на розрахунковий рік, маш-год. (год.);

Π_i – періодичність виконання певного виду технічного обслуговування, маш-год. (год.);

N_n – кількість всіх видів технічного обслуговування і ремонтів з періодичністю, більше періодичності того виду, по якому ведеться розрахунок.

Вихідні дані для розрахунку кількості ТО і ремонтів беруться згідно курсового проекту або бакалаврської роботи з проектування машин, технологічного обладнання.

Для кожного виду ТО і Р формула приймає такий вигляд:

- капітальних ремонтів (N_k)

$$N_k = (H_{\phi k} + H_{nl}) / \Pi_k ; \quad (1.2)$$

- поточних (середніх) ремонтів (N_m)

$$N_m = \left[(H_{\phi m} + H_{nl}) / \Pi_m \right] - N_k ; \quad (1.3)$$

- технічних обслуговувань №3 (N_{mo3})

$$N_{mo3} = \left[(H_{\phi mo3} + H_{nl}) / \Pi_{mo3} \right] - (N_k + N_m) ; \quad (1.4)$$

- технічних обслуговувань №2 (N_{mo2})

$$N_{mo2} = \left[(H_{\phi mo2} + H_{nl}) / \Pi_{mo2} \right] - (N_k + N_m + N_{mo3}) ; \quad (1.5)$$

- технічних обслуговувань №1 (N_{mo1})

$$N_{mo1} = \left[(H_{\phi mo1} + H_{nl}) / \Pi_{mo1} \right] - (N_k + N_m + N_{mo3} + N_{mo2}) ; \quad (1.6)$$

Результати розрахунків наводимо у (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Річний план машинного парку або технологічного комплексу

| № з/п | Назва і марка (індекс) машини | Фактичне напрацювання | | | | Кількість ТО і Р в плановому році | | | | |
|-------|-------------------------------|-------------------------|-------------------|------|------|-----------------------------------|------|------|------|----|
| | | з початку експл. або КР | з часу проведення | | | КР | ТО-3 | ТО-2 | ТО-1 | СО |
| | | | ТО-3 | ТО-2 | ТО-1 | | | | | |
| 1 | ДТ-75 | 1300 | 340 | 100 | 40 | 0 | 2 | 8 | 31 | 2 |
| 2 | ДТ-75 | 2200 | 280 | 40 | 40 | 0 | 2 | 8 | 31 | 2 |
| 3 | ДТ-75 | 2650 | 730 | 10 | 10 | 0 | 3 | 7 | 31 | 2 |
| 4 | ДТ-75 | 3100 | 220 | 220 | 40 | 0 | 2 | 9 | 30 | 2 |
| 5 | ДТ-75 | 3550 | 670 | 190 | 10 | 1 | 2 | 8 | 30 | 2 |

Графічний спосіб визначення ТО і ремонтів. При визначенні кількості ТО графічним способом для кожної марки машини (обладнання) будують графік планового напрацювання накопичувальним способом (на одному графіку наносять криві напрацювання, залежно від завантаження по кварталах для всіх марок машин даної групи). По осі абсцис відкладають час роботи машини (обладнання) по місяцях в році, що планується, а по осі ординат – напрацювання машини і одночасно наносять періодичність виконання технічного обслуговування. Початок кожної кривої беруть від точки шкали осі ординат, що відповідає напрацюванню машини на початок періоду, що планується.

Потрібна кількість ТО встановлюється в точках перетину кривої накопичувального напрацювання з горизонтальними лініями відповідних видів ТО. Для визначення приблизних термінів початку їх проведення із точок перетину опускають вертикаль до осі абсцис.

Поруч графіка (рис. 1.1) розташовують таблицю календар планових термінів початку проведення ТО даної групи машин або обладнання (табл. 1.2, табл. 1.3).

Таблиця 1.2 – Графічний спосіб визначення кількості ТО і Р

| № з/п | Назва і марка (індекс) машини або обладнання | Наробіток з початку експлуатації або КР | Плановий наробіток на рік | Кількість ТО і Р в плановому році | | |
|-------|--|---|---------------------------|-----------------------------------|------|------|
| | | | | КР | ТО-3 | ТО-2 |
| 1 | ЕТЦ-208 | 2450 | 1512 | 0 | 2 | 4 |
| 2 | ЕТЦ-208 | 2900 | 1512 | 0 | 1 | 5 |
| 3 | ЕО-304А | 2600 | 2797 | 0 | 3 | 9 |
| 4 | ЕО-304А | 3500 | 2797 | 1 | 2 | 9 |
| 5 | ЕО-4111 | 4040 | 2803 | 1 | 2 | 9 |
| 6 | ЕО-2621А | 3500 | 3109 | 1 | 2 | 10 |

Таблиця 1.3 – Розподіл наробітку за кварталами

| Наробіток по кварталах; | | | | | | |
|-------------------------|--------------|--------------------------------|------|------|------|------|
| № з/п | Марка машини | Фактичний наробіток на місяць: | | | | |
| | | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| 1 | ЕТЦ-208 | 2450 | 2828 | 3206 | 3584 | 3962 |
| 2 | ЕТЦ-208 | 2900 | 3051 | 3504 | 4109 | 4412 |
| 3 | ЕО-304А | 2600 | 2879 | 3718 | 4837 | 5397 |
| 4 | ЕО-304А | 3500 | 3779 | 4618 | 5737 | 6297 |
| 5 | ЕО-4111 | 4040 | 4320 | 5161 | 6282 | 6843 |
| 6 | ЕО-2621А | 3500 | 3810 | 4743 | 5987 | 6609 |

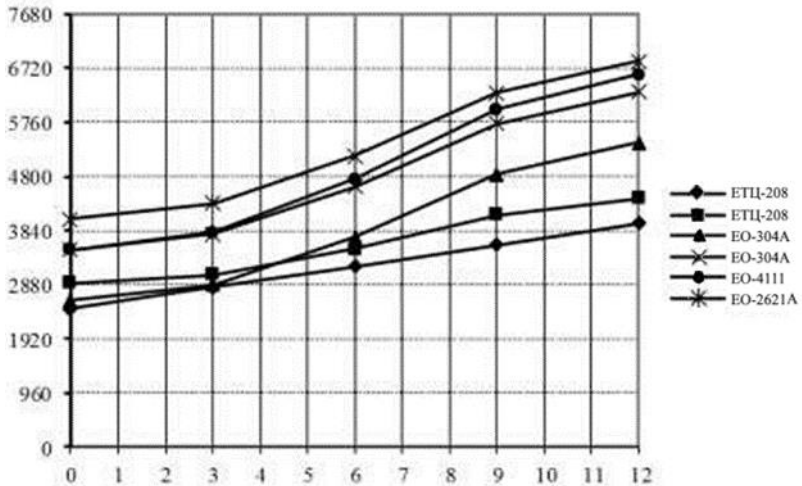


Рисунок 1.1 – Визначення кількості ТО і Р графічним способом

Спосіб номограм. Номограми дозволяють встановити лише сумарну кількість різних видів ТО.

По осі ординат відкладають планове напрацювання машини (обладнання), а по осі абсцис періодичність ТО. Шкали напрацювання по осях абсцис і ординат, наносять в однаковому масштабі. Потім шкали осей з'єднують похилими лініями.

Для визначення в ТО з точки, що відповідає плановому напрацюванню машини в період, що планується, яке відкладається по осі ординат, проводиться горизонтальна лінія до перетину з перпендикуляром, встановленим з точки по осі абсцис, що відповідає напрацюванню машини з останнього КР, або початку експлуатації. Види і кількість ТО визначають по точках перетину перпендикуляра з похилими лініями (рис. 1.2).

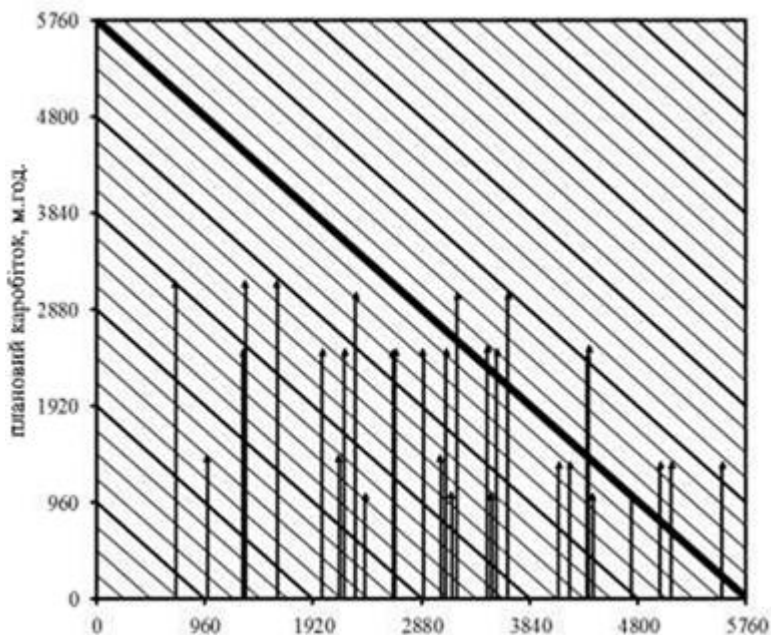


Рисунок 1.2 – Визначення кількості ТО і Р способом номограм

Місячний план-графік технічного обслуговування машинного парку складають на основі річного плану. План-графік встановлює дату зупинки кожної машини (обладнання) на технічне обслуговування і тривалість її простою в днях. Порядковий номер робочого дня місяця (D_{mo}) в який починається проведення технічного обслуговування, визначається за формулою

$$D_{mo} = \left\{ \left[\Phi_p \cdot (P_i - H_\phi) \right] / H_{нлм} \right\} + 1; \quad (1.7)$$

де: Φ_p – кількість робочих днів в місяці, що планується;

P_i – періодичність відповідного виду ТО, м-год.;

H_ϕ – фактичне напрацювання машин після відповідного виду ТО, м-год.;

$H_{пл.м}$ – фактичний наробіток машин на місяць, м-год. можемо прийняти

$$H_{пл.м} = H_{пл} / 12; \quad (1.8)$$

де: $H_{пл}$ – плановий наробіток на розрахунковий рік, м-год.

Якщо при розрахунку величина ($D_{то}$) буде більшою, ніж кількість робочих днів в місяці, що планується, відповідне ТО в цьому місяці не проводиться.

При розрахунку порядкового номера робочого дня проведення другого разу в місяць ТО одного виду його періодичність при підставленні в формулу збільшується в два рази ($2 \cdot n_i$), в третій – в три рази ($3 \cdot n_i$) і т.д (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Розрахунок місячного план-графіка

| № | День ТО-1 | | | | | Год. | День ТО-2 | | | | Год. |
|-------|-----------|------|------|------|---|------|-----------|---|---|---|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| ДТ-75 | 2,0 | 7,8 | 13,7 | 19,6 | | 4 | 13,7 | | | | 9 |
| ДТ-75 | 2,0 | 7,8 | 13,7 | 19,6 | | 4 | 19,6 | | | | 9 |
| ДТ-75 | 4,9 | 10,8 | 16,6 | | | 4 | | | | | 9 |
| ДТ-75 | 2,0 | 7,8 | 13,7 | 19,6 | | 4 | 2,0 | | | | 9 |
| ДТ-75 | 4,9 | 10,8 | 16,6 | | | 4 | 4,9 | | | | 9 |

Контрольні запитання

1. Перерахуйте способи визначення кількості технічних обслуговувань і ремонтів машин.

2. Як визначити порядковий номер робочого дня місяця в який починається проведення технічного обслуговування?

3. Як визначити кількість технічних обслуговувань машин способом номограм?

4. Як визначити кількість технічних обслуговувань машин графічним способом?

Практична робота №2

Визначення ресурсних показників надійності машин і обладнання

Мета заняття: ознайомлення з методами визначення ресурсних показників надійності машин та їх аналізу відповідно до умов експлуатації.

Основними ресурсними показниками є: гама- відсотковий ресурс (T_γ); середній ресурс (T_p) (до списання; до першого капітального ремонту; міжремонтний); календарний термін служби (T_c); планове напрацювання на функціональну відмову ($T_{відм}$).

Розрахункові формули для визначення гамма-відсоткового ресурсу (T_γ) мають наступний вигляд:

- для нормального розподілу (НР)

$$T_\gamma = \bar{t} - U_\gamma \cdot \sigma_t; \quad (2.1)$$

де: \bar{t} і σ_t – параметри НР; U_γ – квантиль НР (додаток 1);

- для розподілу Вейбула (РВ)

$$T_\gamma = t_0 \cdot (-\ln(\gamma))^{1/m} + t_{зм} = t_0 \cdot H_{(1-\gamma)}^B + t_{зм}; \quad (2.2)$$

де: m і t_0 – параметри РВ; $t_{зм}$ – зсув початку розсіювання;

$H_{(1-\gamma)}^B$ – квантиль РВ (додаток 2);

- для експоненціального розподілу (ЕР)

$$T_\gamma = \frac{1}{\lambda} \cdot (-\ln(\gamma)); \quad (2.3)$$

де: λ – параметр ЕР.

Для визначення гама-відсоткового доремонтного ресурсу машин (T_{pdy}) використовується наступна залежність

$$T_{pdy} = T_{pd} / K_\gamma; \quad (2.4)$$

де: T_{pd} – доремонтний ресурс; K_γ – коефіцієнт, що залежить від рівня регламентованої імовірності (γ), коефіцієнта варіації ресурсу (V) і закону розподілу ресурсу. Наприклад, при $\gamma = 0,8$ $V = 0,4$ і РВ $K_\gamma = 1,5$.

Розрахунок (T_γ) при РВ можна робити за допомогою номограми Ю. В. Булгакова (рис. 2.1).

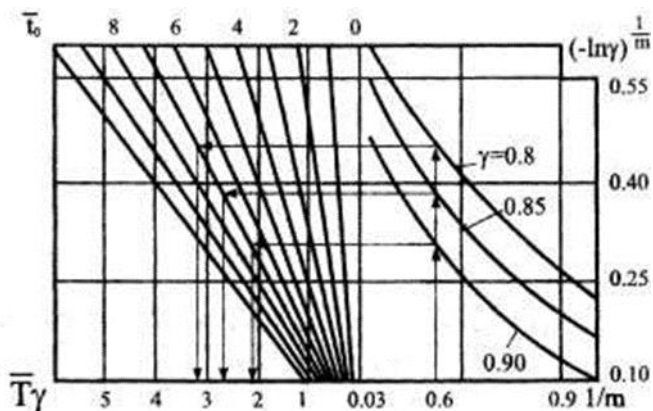


Рисунок 2.1 – Номограма для визначення гамма-відсоткового ресурсу при розподілі Вейбула

Номограма базується на залежності (2.2) при ($t_{3m} = 0$):

$$T_\gamma = t_0 \cdot (-\ln(\gamma))^{1/m}; \quad (2.5)$$

Для одержання значень (t_0) потрібно помножити (\bar{t}_0) на (10^n), де: n – ціле число, обиране в залежності від порядку величини (t_0). Аналогічно одержують значення (\bar{T}_γ). У правому квадранті номограми побудовані функції ($(-\ln(\gamma))^{1/m}$) для ($\gamma=0,8; 0,85; 0,9$) і ($m=1\dots3$). У лівому

квадранті виконується множення (\bar{t}_0) на $((-\ln(\gamma))^{1/m})$. Вхідна величина – відношення $(\frac{1}{m})$

Для визначення середнього ресурсу машин до першого капітального ремонту (T_{pd}) використовуються дві за лежності

а) формула ВНДІБуддормаша

$$T_{pd} = \frac{t_a}{1 + C_d} = \frac{T_c \cdot T_p \cdot K_c}{1 + C_d}; \quad (2.6)$$

де: t_a – рекомендоване напрацювання машини до списання (м.-год.); T_c – нормативний термін служби машини (у роках); T_p – середня тривалість експлуатації машини протягом календарного року (м.-год); C_d – коефіцієнт, що враховує зниження довговічності машини до списання; K_c – коефіцієнт переходу від напрацювання машини до напрацювання двигуна.

б) формула НАТИ

$$T_{pd} = T_c \cdot T_p \cdot \left(1 + \sum_1^{n_{кр}} K_{bi} \right)^{-1}; \quad (2.7)$$

де: K_{bi} – коефіцієнт відновлення ресурсу після і-го капітального ремонту; $n_{кр}$ – число планових капітальних ремонтів.

На підставі залежності (7) М.А. Халфін розробив номограму (див. рис. 2.2) для визначення (T_{pd}) і ($T_{pd\gamma}$) базових машин за умови, що ресурс описується РВ, а $K_{bi}=0,8$.

Номограма дозволяє визначення (T_{pd}) та (T_{80}) при середньорічній зайнятості машин ($T_p=50\dots2000$); ($T_c=7$), 8 і 9 рокам; ($n_{кр}=1, 2, 3$).

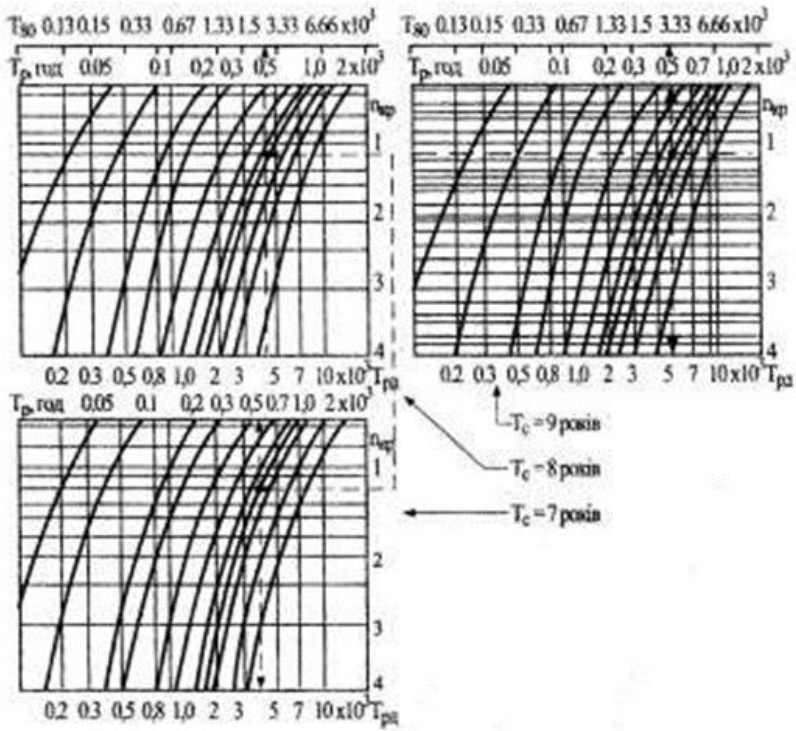


Рисунок 2.2 – Номограма М.А. Халфіна для визначення (T_{pd}) та 80 % (T_{80})

Для великої групи будівельних і меліоративних машин поточні експлуатаційні витрати апроксимуються залежністю
 - у доремонтний період

$$C_e^D(t) = C_0 \cdot t^\delta; \quad (2.8)$$

- у міжремонтний період

$$C_e^M(t) = q \cdot C_0 \cdot t^\delta; \quad (2.9)$$

де: C_0 – коефіцієнт, що визначає вихідну норму прогресуючих витрат; δ – показник зростання витрат, $q > 1$ – коефіцієнт, що

враховує збільшення числа відмов після капітального ремонту (у середньому на 20% після кожного КР); t – напрацювання.

У цьому випадку оптимальні значення доремонтного ресурсу (T_{pd}^{onm}) і міжремонтних ресурсів (T_{pm}^{onm}) визначаються за формулами М. А. Халфіна

$$T_{pd}^{onm} = T_c \cdot \left(1 + n_{кр} \cdot q^{-\left(\frac{1}{\delta}-1\right)} \right)^{-1}; \quad (2.10)$$

$$T_{pm}^{onm} = T_c \cdot \left(n_{кр} + q^{\frac{1}{\delta}-1} \right)^{-1}; \quad (2.11)$$

де: $T_c = const$ – нормативний термін служби машини; $n_{кр}$ – число планових капітальних ремонтів.

У багатьох випадках швидкість зношування можна прийняти постійною і рівною

$$a_u = k \cdot p^m \cdot V^n; \quad (2.12)$$

де: p – тиск на поверхні тертя; V – швидкість відносного ковзання; k – коефіцієнт зносу, що залежить від матеріалу пар тертя й умов зношування; $m=0,5\dots3,0$; $n=1$ для більшості пар тертя.

Для абразивного зношування (при $b_u=0$)

$$a_u = k \cdot p \cdot V; \quad (2.13)$$

$$I(t) = k \cdot p \cdot t = a_u \cdot t; \quad (2.14)$$

Швидкість зношування й інтенсивність зношування зв'язані між собою співвідношенням

$$a_u = j \cdot V; \quad (2.15)$$

Зміна ресурсу деталі (чи сполучення) при зношуванні описується НР із параметрами (\bar{t}_R) і (σ_R).

Тоді імовірність безвідмовної роботи з критерію зношування буде:

$$P_{3H}(t_R) = 0,5 \cdot \left[1 - \Phi \cdot \left(\frac{t_R - \bar{t}_R}{\sigma_R} \right) \right]; \quad (2.16)$$

де: $\Phi(\cdot)$ – подвоясна функція Лапласа.

Якщо прийняти, що (a_u) , (p) і (V) мають НР із параметрами $(\bar{a}_u; \sigma_{a_u})$; $(\bar{p}; \sigma_{p_o})$; $(\bar{V}; \sigma_V)$; то одержимо:

$$\sigma_{a_u} = k \cdot \sqrt{\sigma_{p_o}^2 \cdot \sigma_V^2 + p^{-2} \cdot \sigma_V^2 + V \cdot \sigma_{p_o}^2}; \quad (2.17)$$

Знайдемо границі довірчого інтервалу (I_β) для швидкості зношування через квантілі НР (U_β) (додаток 3) за співвідношенням:

$$I_\beta = (\bar{a}_u + U_\beta \cdot \sigma; \bar{a}_u - U_\beta \cdot \sigma); \quad (2.18)$$

Для визначення ресурсу деталей машин за критерієм зношування використовуємо залежність (2.14). Прийемо в ній, що

$$I(t) = I_{np}; \quad a_u = (\bar{a}_u + U_\beta \cdot \sigma_{a_u});$$

Тоді ресурс деталі при заданій імовірності безвідмовної роботи $(P_{3H} = (t_R) = \beta)$ буде дорівнювати:

$$T_p^{3H}(\beta) = \frac{I_{np}}{\bar{a}_u + U_\beta \cdot \sigma_{a_u}}; \quad (2.19)$$

Середній ресурс деталі (T_p^{3H}) за критерієм абразивного зношування визначиться в такий спосіб

$$T_p^{3H} = I_{np} / \bar{a}_u; \quad (2.20)$$

Для загального випадку зношування маємо:

$$T_p^{3H} = \sqrt[3]{I_{np} / \bar{a}_u}; \quad (2.21)$$

Середнє напрацювання машини на відмову при фіксованому рівні надійності ($p(t)$) називається плановим напрацюванням на функціональну відмову

Для базової машини

$$T_{відм}^M = -\frac{t_M}{\ln P_M(t_M)}; \quad (2.22)$$

де: t_M – напрацювання машини;

Для будівельного або меліоративного агрегату, що включає (n) робочих машин:

$$T_{відм}^A = -\frac{-n \cdot t_M}{\ln P_M(t_M) + \frac{t_A}{T_{відм}^M}}; \quad (2.23)$$

де: t_A – напрацювання агрегату.

Розрахунок норм запасу для невідновлюваних складових частин машин може проводитись за різними критеріями.

Завдання

Задача 1. Оцінити 80 %-вий ресурс гусениці трактора якщо відомо, що її довговічність обмежена за зносом: ресурс описується НР із параметрами ($\bar{t}=10^4$) м.-год; ($\sigma_t=6 \cdot 10^3$) м.-год.

Задача 2. Визначити 80%-вий ресурс силової установки приводу технологічного обладнання за умови, що вона описується РВ із параметрами ($m=1,2$); ($t_0=1820$ м.-год) при ($t_{зм}=1300$ м.-год).

Задача 3. Визначити середній ресурс ($T_{pд}$) та 80% ресурс (T_{80}) трактора К-701 до першого капітального ремонту при наступних вихідних даних: планове напрацювання на рік ($T_p=1000$) м.-год; термін служби машини до списання ($T_c=9$) років; ($n_{кр}=1$); ресурс описується РВ, коефіцієнт відновлення

ресурсу після капітального ремонту ($K_{BI}=0,8$). Для рішення скористатись номограмою М.А. Халфіна (рис. 2)

Задача 4. За формулами ВНДіБуддормаша і НАТІ визначити середній ресурс базового трактора Т-150 до першого капітального ремонту при наступних вихідних даних: ($T_p=1350$) м.-год; ($T_c=8$) років; коефіцієнт переходу від напрацювання машини до напрацювання двигуна ($K_c = 0,92$); коефіцієнт зниження довговічності до списання ($C_d = 0,82$); ($n_{кр} = 1$); ($K_{BI} = 0,8$). Зіставити отримані результати.

Задача 5. Вважаючи, що експлуатаційні витрати на гусеничний тягач класу 25 кН описуються залежностями: у доремонтний період ($C_e^D(t) = C_0 \cdot t^\delta$), у міжремонтний період ($C_e^M(t) = q \cdot C_0 \cdot t^\delta$), визначити оптимальні значення до- і міжремонтних ресурсів за умови, що нормативний термін служби ($T_c = 12$) років, кількість капітальних ремонтів до списання ($n_{кр} = 2$); показник зростання витрат ($\delta = 1,5$); зростання витрат після проведення капітального ремонту на 20% враховується коефіцієнтом ($q = 1,2$).

Задача 6. За критерієм абразивного зношування визначити середній ресурс деталі машини і її ресурс при заданій імовірності безвідмовної роботи ($P_3(t_R) = 0,8$). Прийняти, що швидкість зношування описується НР із параметром ($\bar{a}_u = 2 \cdot 10^{-2}$) мкм/год (параметр σ_{au} не відомий); максимальний припустимий знос ($I_{дон} = 10$) мкм. При розрахунку врахувати, що тиск (p) на поверхні тертя і швидкість відносного зношування (V) також описується НР із параметрами ($\bar{p} = 1,57$) МН/м²; ($\sigma_p = 0,147$) МН/м²; ($\bar{V} = 2$) м/с; ($\sigma_v = 0,2$) м/с.

Контрольні запитання

1. Наведіть приклад визначення гамма-відсоткового ресурсу машин з розподілом Вейбула за допомогою номограми Ю. В. Булгакова.
2. Перерахуйте способи визначення залишкового ресурсу роботи машини.
3. Якими параметрами описується критерій зношування деталей машин?

Практична робота №3 **Загальні положення дилерської діяльності**

Мета завдання: з'ясувати суть основних дефініцій з основ дилерської діяльності; вивчити окремі Договори на поставку технічних засобів

Основні дефініції:

- *технічний засіб* – машина, механізм, обладнання, устаткування, технологічні комплекси і лінії з них;
- *амортизація технічних засобів* – це поступове фізичне і моральне зношення та перенесення їх вартості частинами у межах норм амортизаційних відрахувань на вартість виконаних робіт чи надання послуг;
- *вторинний ринок технічних засобів* – система товарно-грошових відносин, що виникають у процесі купівлі-продажу уживаних технічних засобів з метою відновлення їх споживних якостей або розукомплектування та використання придатних і відновлених вузлів, агрегатів і деталей для їх реалізації та проведення ремонтних робіт;
- *безпека технічних засобів, роботи, послуги з технічного сервісу* – відсутність будь-якого ризику для життя, здоров'я, майна покупця і навколишнього природного середовища за відповідних умов їх використання, зберігання, транспортування та утилізації;

➤ *технічний сервіс* – комплекс робіт та послуг із забезпечення покупців технічними засобами, ефективного використання та підтримання їх у справному стані протягом всього періоду експлуатації, вивчення попиту, реклама, технічна і торгово-економічна інформація, доставка, передпродажна підготовка, гарантійне обслуговування нових та відремонтованих технічних засобів, забезпечення запасними частинами, навчання експлуатаційного і ремонтного персоналу;

➤ *виконавець* – юридична або фізична особа, яка виконує роботи та надає послуги з технічного сервісу для іншої особи з метою отримання прибутку;

➤ *виробник* – юридична або фізична особа (підприємство, організація, установа, громадянин- підприємець), яка виготовляє машини для реалізації, представляючи себе виробником, а також будь-яка інша особа, яка імпортує машини на територію України для торгівлі або іншого виду діяльності;

➤ *гарантійний термін* – термін, встановлений виробником технічних засобів, протягом якого, в разі до- тримання відповідних умов використання і зберігання, в тому числі комплектуючих виробів і складових частин, по- винна відповідати вимогам законодавства і протягом якого виробник, продавець, виконавець виконують гарантійні зобов'язання;

➤ *дилер* – юридична або фізична особа, яка, виконуючи функції продавця, здійснює закупівлю технічних засобів для наступного їх продажу і надає послуги з технічного сервісу;

➤ *договір* – угода між покупцем і виробником, продавцем, виконавцем про якість, терміни, ціну та інші умови, за якими здійснюються купівля-продаж технічних засобів, виконання роботи та надання послуг;

➤ *істотний недолік* – недолік, який робить неможливим або недопустимим використання технічного засобу, роботи, послуги відповідно до їх цільового призначення;

➤ *недолік* – окрема невідповідність технічного засобу, роботи, послуги вимогам нормативних документів або умовам договорів;

➤ *продавець* – юридична або фізична особа (підприємство, організація, установа, громадянин- підприємець), яка реалізовує технічні засоби оптом або вроздріб

➤ *покупець* – юридична або фізична особа, яка використовує, замовляє або має намір придбати чи замовити технічний засіб, роботу, послугу.

Взаємовідносини між виробником, дилером і споживачем будуються на договірній основі. У ньому формуються предмет договору, якість і комплектність, терміни і порядок поставок, ціна і система розрахунку, майнова відповідальність сторін. Виробник для дилера гарантує якість технічних засобів в цілому, включаючи комплектуючі вироби і складові частини, відшкодовує витрати на регламентне обслуговування і ремонт в гарантійний термін. Він зобов'язаний забезпечити випуск запасних частин, а також спеціального устаткування, нормативно-технічної документації для ремонту і технічного обслуговування технічних засобів протягом усього терміну його експлуатації і декількох років після зняття з виробництва.

Завдання

Вивчити окремі договори на поставку технічних об'єктів (машин і обладнання). Скласти договір на поставку продукції у якому передбачити: вимоги до предмету договору (найменування засобів, його кількість, асортимент, якість і комплектність); порядок здійснення розрахунків і ціни; умови і порядок поставки продукції; вимоги до тари і упаковки; умови страхування; матеріальну відповідальність сторін; обмеження терміну дії договору; порядок зміни, скасування договору та інші умови, які сторони признають необхідним передбачити у договорі?

Практична робота №4

Контроль у сфері закупівельної діяльності підприємств технічного сервісу

Мета завдання: ознайомлення студентів з методами контролю процесу постачання продукції для підприємства (центру); використання результатів контролю для прийняття рішення про продовження договору з постачальником.

Вибір постачальника – одна з важливих завдань центру (підприємства). На вибір постачальника суттєво впливають результати роботи за вже заключеними договорами, на основі яких здійснюється розрахунок рейтингу постачальника. Відповідно, система контролю за виконання договорів постачання дозволяє накопичувати інформацію, необхідну для такого розрахунку. Перед розрахунком рейтингу необхідно визначити, на основі яких критеріїв буде прийматися рішення про перспективність вибору постачальника. Як правило, в якості таких критеріїв використовується ціна, якість поставлених товарів і надійність постачання. Проте цей перелік може мати і більше критеріїв (в наведеному прикладі використовується 6 критеріїв).

Наступним кроком у виборі постачальника є їх оцінка за наміченими критеріями. При цьому, вага вибраного критерію у загальній їх сукупності визначається дослідним шляхом.

Наведемо приклад розрахунку рейтингу умовних постачальників (див. табл. 4.1). Припустимо, що протягом визначеного періоду підприємство отримало від трьох постачальників однакову продукцію. Прийнято рішення у майбутньому обмежитися послугами одного постачальника. Якому з трьох необхідно віддати перевагу? Відповідь на це запитання можна отримати наступним чином.

Спочатку необхідно оцінити кожного з постачальників за кожним з вибраних критеріїв, а потім помножити вагу критерію на оцінку. Вага критерію і оцінка в даному випадку визначається дослідним шляхом.

Рейтинг визначається сумуванням добутків ваги критерію на його оцінку для даного постачальника. Розраховуючи рейтинг різних постачальників і порівнюючи отримані результати, визначають найкращого постачальника. Розрахунок, наведений у (табл. 4.1), показує, що таким партнером є постачальник № 1, і саме з ним необхідно продовжити термін дії договору.

Таблиця 4.1 – Приклад розрахунку рейтингу постачальника (П)

| Критерій вибору постачальника | Вага критерію | Оцінка критерію за десятибальною шкалою | | | Добуток ваги критерію на оцінку | | |
|----------------------------------|---------------|---|------|------|---------------------------------|------|------|
| | | П №1 | П №2 | П №3 | П №1 | П №2 | П №3 |
| Надійність поставки | 0,30 | 7 | 5 | 9 | 2,1 | 1,5 | 2,7 |
| Ціна | 0,25 | 6 | 2 | 3 | 1,5 | 0,5 | 0,75 |
| Якість товару | 0,15 | 8 | 6 | 8 | 1,2 | 0,9 | 1,2 |
| Умови платежу | 0,15 | 4 | 7 | 2 | 0,6 | 1,05 | 0,3 |
| Можливість позапланових поставок | 0,10 | 7 | 7 | 2 | 0,7 | 0,7 | 0,2 |
| Фінансовий стан | 0,05 | 4 | 3 | 7 | 0,2 | 0,15 | 0,35 |
| СУМА | 1,00 | - | - | - | 6,3 | 4,8 | 5,5 |

В даному прикладі вищий рейтинг постачальника № 1 свідчив про його вагомість у порівнянні з іншими. Проте, для розрахунку рейтингу може використовуватися інша система оцінок, за яким вищий рейтинг свідчить про більший рівень негативних якостей постачальника. В такому випадку перевагу необхідно віддати постачальнику з найнижчим рейтингом.

Система оцінки критеріїв в запропонованому нижче завданні і оснований на визначенні темпів росту негативних характеристик роботи постачальників.

Завдання 1

Провести оцінку постачальників № 1 і № 2 за результатами роботи для прийняття рішення про продовження договірних зобов'язань.

Вказівки до виконання

Протягом перших двох місяців року підприємство з технічного сервісу отримало від постачальників № 1 і № 2 продукцію А і В.

Динаміка цін на аналогічну продукцію яка постачається, а також динаміка постачань продукції неналежної якості і динаміка порушень постачальниками встановлених термінів поставок приведені у (табл. 4.2-4.4).

Для прийняття рішення щодо продовження договору з одним із постачальників необхідно розрахувати рейтинг кожного постачальника. Оцінку постачальників виконати за показниками: ціна, надійність і якість поставленої продукції. Прийняти до уваги, що продукція А і В не потребують безперервного поповнення.

При розрахунку рейтингу постачальника прийняти наступну вагу показників:

- ціна 0,5
- якість поставленої продукції 0,3
- надійність поставки 0,2

Таблиця 4.2 – Динаміка цін на продукцію, яка постачається

| Постачальник | Місяць | Запасні частини | Обсяг поставання, од./міс. | Ціна за одиницю, у.о. |
|--------------|--------|-----------------|----------------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| № 1 | Січень | <i>A</i> | 2000 | 100 |
| | Січень | <i>B</i> | 1000 | 50 |
| № 2 | Січень | <i>A</i> | 9000 | 90 |
| | Січень | <i>B</i> | 6000 | 40 |

Продовження табл. 4.2.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|-------|----------|--------|-----|
| № 1 | Лютий | <i>A</i> | 1200 | 110 |
| | Лютий | <i>B</i> | 1200 | 60 |
| № 2 | Лютий | <i>A</i> | 7000 | 100 |
| | Лютий | <i>B</i> | 10 000 | 60 |

Таблиця 4.3 – Динаміка постачань продукції неналежної якості

| Постачальник | Місяць | Кількість продукції неналежної якості, яка постачається протягом місяця, одиниць |
|--------------|--------|--|
| № 1 | Січень | 75 |
| № 2 | Січень | 300 |
| № 1 | Лютий | 120 |
| № 2 | Лютий | 425 |

Таблиця 4.4 Динаміка порушень встановлених термінів постачань продукції

| Постачальник № 1 | | | Постачальник № 2 | | |
|------------------|---------------------|------------------------|------------------|---------------------|------------------------|
| місяць | кількість постачань | всього запізнень, днів | місяць | кількість постачань | всього запізнень, днів |
| Січень | 8 | 28 | Січень | 10 | 45 |
| Лютий | 7 | 35 | Лютий | 12 | 36 |

1. Розрахунок середньозваженого темпу росту цін (показник ціни).

Для оцінки постачальника за першим критерієм (ціна) необхідно розрахувати середньозважений темп росту цін (\bar{T}_c) на поставлену продукцію

$$\bar{T}_c = \sum_{i=1}^n T_{ci} \cdot d_i ; \quad (4.1)$$

де: T_{ui} – темп росту ціни на i -ту різновидність продукції, яка постачається на підприємство;

d_i – відсоток i -тої різновидності продукції в загальному обсязі постачань поточного періоду;

n – кількість різновидностей продукції, яка постачається.

Темп росту ціни на i -ту різновидність продукції, яка постачається на підприємство (T_{ui}) розраховується за формулою

$$T_{ui} = \left(\frac{P_{i1}}{P_{i0}} \right) \cdot 100; \quad (4.2)$$

де: P_{i1} – ціна i -тої різновидності продукції в поточному період;

P_{i0} – ціна i -тої різновидності продукції в попередньому періоді

Частка i -тої різновидності продукції (d_i) в загальному обсязі постачань розраховується за формулою

$$d_i = \left(\frac{S_i}{\sum S_i} \right); \quad (4.3)$$

де: S_i – сума, на яку поставлена продукції i -тої різновидності у поточному періоді, у.о.

Розрахунок середньозваженого темпу росту цін необхідно оформити у вигляді (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Розрахунок середньозваженого темпу росту цін

| Постачальник | T_{uA} | T_{uB} | S_A | S_B | d_A | d_B | \bar{T}_y |
|--------------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| № 1 | | | | | | | |
| № 2 | | | | | | | |

2. Розрахунок темпу росту постачання продукції неналежної якості (показник якості).

Для оцінки постачальників за другим показником (якість продукції, яка постачається) розрахуємо темп росту постачання продукції неналежної якості ($T_{ня}$) за кожним постачальником

$$T_{ня} = \frac{d_{н.я1}}{d_{н.я0}} \cdot 100; \quad (4.4)$$

де: $d_{н.я1}$, $d_{н.я0}$ – відповідно, відсоток продукції неналежної якості в загальному обсязі постачань поточного та попереднього періоду;

3. Розрахунок темпу росту середнього запізнення (показник надійності постачання, ($T_{н.п}$)).

Кількісною оцінкою надійності постачання є середній термін запізнення, тобто число днів запізнень, які припадають на одне постачання.

Таким чином, темп росту середнього запізнення ($T_{н.п}$) за кожним постачальником визначається за формулою

$$T_{н.п} = \left(\frac{Z_{н.я1}}{Z_{н.я0}} \right) \cdot 100; \quad (4.5)$$

де: $Z_{н.я1}$ – середнє запізнення на одне постачання в поточному періоді, днів;

$Z_{н.я0}$ – середнє запізнення на одне постачання в попередньому періоді, днів.

4. Розрахунок рейтингу постачальників.

Для розрахунку рейтингу необхідно за кожним показником знайти добуток отриманого значення темпу росту на вагу. Підсумковий розрахунок рейтингу постачальника запасних частин оформити у вигляді (табл. 4.6) і зробити висновок.

Необхідно пам'ятати, що для розглянутого випадку темп росту відображає збільшення негативних характеристик постачальника (збільшення цін, відсотка неякісних запасних частин в загальному обсязі постачань, розмір запізнень), то перевагу при переоформленні договору необхідно віддати постачальнику, у якого рейтинг буде нижчим.

Таблиця 4.6 – Розрахунок рейтингу постачальників

| Показник | Вага показника | Оцінка постачальника за даним показником | | Добуток оцінки на вагу | |
|-----------------------|----------------|--|-----------------|------------------------|-----------------|
| | | постачальник №1 | постачальник №2 | постачальник №1 | постачальник №2 |
| Ціна | | | | | |
| Якість | | | | | |
| Надійність | | | | | |
| Рейтинг постачальника | | | | | |

Контрольні запитання

1. Наведіть приклад застосування результатів контролю для прийняття рішення щодо продовження договору з постачальником.

2. Перерахуйте способи оцінки ефективності роботи постачальників продукції.

3. Перерахуйте показники оцінки ефективності роботи постачальників.

Рекомендації до виконання самостійної роботи

Розподіл годин самостійної роботи для здобувачів освіти денної форми навчання:

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

25 годин (0,5 год./1,0 год. лекції та практичних занять) – опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять;

30 годин (6 год/1 кредит ECTS) – підготовка до контрольних заходів;

45 годин – підготовка питань, які не розглядаються під час аудиторних занять.

опрацювання окремих тем програми або її частин, які не розглядаються на лекціях – $100-25-30=45$ год.

Всього: 100 годин

| Теми для самостійної роботи | | |
|---|---|-----------------|
| № | Назва теми | Кількість годин |
| Змістовний модуль 1 Інженерно-фізичні основи експлуатації машин та обладнання | | |
| 1 | Причини та характер втрати технічним об'єктом працездатності (Зношування, види, характеристики і закономірності процесу. Деформація і руйнування, втомленість металів. Корозія. Старіння матеріалів. Граничні стани деталей, спряжень, складальних одиниць і механізмів машин). | 4 |
| 2 | Відмови технічних об'єктів та їх моделі (Деякі відомості з теорії імовірності та математичної статистики. Характеристика основних законів розподілу показників надійності. Збирання та обробка інформації про надійність технічних об'єктів. Комплексні показники надійності). | 4 |

| | | |
|---|--|---|
| 3 | Основні несправності технічних об'єктів та їх зовнішні ознаки (Несправності силової установки. Несправності силового приводу. Несправності робочого обладнання технічних об'єктів). | 4 |
| 4 | Основні вимоги до експлуатації та технічного обслуговування технічних об'єктів. (Експлуатація технічних об'єктів в особливих умовах. Зберігання матеріалів і запасних частин. Зберігання технічних об'єктів. Списання технічних об'єктів). | 5 |
| 5 | Випробування технічних об'єктів (Загальні організаційно-методичні принципи випробувань. Категорії. Мета та особливості випробувань на надійність. Організація випробувань). | 4 |
| Змістовний модуль 2 Організація, планування і управління процесами технічного сервісу машин та обладнання | | |
| 6 | Теоретичні передумови удосконалення системи ППР (Основні положення імовірнісного методу розрахунку потреби ТОіР. Оптимізація періодичності ТО і діагностування. Основні положення теорії масового обслуговування та її застосування). | 5 |
| 7 | Організація технічного сервісу машин та обладнання (Типові організаційні структури управління підприємств. Матеріально-технічне забезпечення підприємств. Технологічне забезпечення технічного сервісу). | 5 |
| 8 | Діагностичне забезпечення технічного сервісу машин і обладнання. (Типи діагностичних моделей, їх характеристика. Вимоги до діагностичних параметрів: чутливість, однозначність, стабільність, технологічність. Діагностичні нормативи). | 5 |

| | | |
|----|---|----|
| 9 | Використання засобів технічного сервісу. Застосування інтелектуальних систем в засобах визначення технічного стану об'єкту використання. Опрацювання науково-технічної літератури за означеним напрямком. | 5 |
| 10 | Техніко-економічне обґрунтування технологічних процесів технічного сервісу. Організація виробничих процесів підрозділів з технічного забезпечення виробництва | 4 |
| | Всього | 45 |

Оцінка рівня освоєння здобувачами освіти питань, які виносяться на самостійне опрацювання проводиться на модульних контролях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Полянський С. К., Білякович М. О. Технічна експлуатація будівельно-дорожніх машин та автомобілів : підручник в 3 кн. Київ : Видавничий дім „Слово”, 2010. Кн. 384 с.

2. Агулов І. І., Вознюк Л. Ф., Левчій О. В. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин. Київ : Урожай, 1989. 256 с.

3. Гранкін С. Г., Малахів В. С., Черновол М. І., Черкун В. Ю. Надійність сільськогосподарські техніки : підручник. Київ : «Урожай», 1998. 205 с.

4. Клімов С. В. Експлуатація і обслуговування машин : навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2010. 218 с.

6. Форнальчик С. Ю., Оліскевич М. С., Мاستикаш О. Л., Пельо Р. А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навч. посіб. Львів: Афіша, 2004. 492с.

7. Клімов С. В. Організація технічного сервісу машин : навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2010. 120 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Квантиль порядку (γ) нормального розподілу випадкової
величини (U_γ)

| γ | U_γ | γ | U_γ | γ | U_γ |
|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
| 0,50 | 0 | 0,68 | 0,486 | 0,86 | 1,080 |
| 0,51 | 0,025 | 0,69 | 0,496 | 0,87 | 1,126 |
| 0,52 | 0,050 | 0,70 | 0,524 | 0,88 | 1,175 |
| 0,53 | 0,075 | 0,71 | 0,553 | 0,89 | 1,226 |
| 0,54 | 0,100 | 0,72 | 0,583 | 0,90 | 1,282 |
| 0,55 | 0,126 | 0,73 | 0,613 | 0,91 | 1,341 |
| 0,56 | 0,151 | 0,74 | 0,643 | 0,92 | 1,405 |
| 0,57 | 0,176 | 0,75 | 0,674 | 0,93 | 1,476 |
| 0,58 | 0,202 | 0,76 | 0,706 | 0,94 | 1,555 |
| 0,59 | 0,228 | 0,77 | 0,739 | 0,95 | 1,645 |
| 0,60 | 0,253 | 0,78 | 0,772 | 0,96 | 1,751 |
| 0,61 | 0,279 | 0,79 | 0,806 | 0,97 | 1,888 |
| 0,62 | 0,306 | 0,80 | 0,842 | 0,975 | 1,960 |
| 0,63 | 0,332 | 0,81 | 0,878 | 0,98 | 2,054 |
| 0,64 | 0,358 | 0,82 | 0,915 | 0,99 | 2,326 |
| 0,65 | 0,385 | 0,83 | 0,954 | 0,995 | 2,572 |
| 0,66 | 0,412 | 0,84 | 0,994 | 0,999 | 3,100 |
| 0,67 | 0,440 | 0,85 | 1,036 | | |

Квантиль закону розподілу Вейбула ($H_{(1-\gamma)}^B$)

| 1 - γ | Параметр m | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |
| 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,16 | 0,22 | 0,27 | 0,32 | |
| 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,13 | 0,14 | 0,16 | 0,18 | 0,25 | 0,31 | 0,37 | 0,42 | |
| 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,17 | 0,19 | 0,21 | 0,23 | 0,31 | 0,37 | 0,43 | 0,48 | |
| 0,07 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,11 | 0,13 | 0,15 | 0,17 | 0,19 | 0,21 | 0,23 | 0,25 | 0,27 | 0,35 | 0,42 | 0,47 | 0,52 | |
| 0,10 | 0,08 | 0,11 | 0,13 | 0,15 | 0,18 | 0,20 | 0,22 | 0,25 | 0,27 | 0,29 | 0,31 | 0,33 | 0,41 | 0,47 | 0,53 | 0,57 | |
| 0,15 | 0,14 | 0,17 | 0,19 | 0,23 | 0,25 | 0,29 | 0,30 | 0,33 | 0,35 | 0,38 | 0,40 | 0,42 | 0,50 | 0,56 | 0,60 | 0,63 | |
| 0,20 | 0,19 | 0,22 | 0,26 | 0,29 | 0,32 | 0,34 | 0,37 | 0,39 | 0,41 | 0,44 | 0,45 | 0,47 | 0,55 | 0,61 | 0,65 | 0,69 | |
| 0,25 | 0,25 | 0,29 | 0,33 | 0,36 | 0,39 | 0,41 | 0,44 | 0,46 | 0,48 | 0,50 | 0,52 | 0,54 | 0,61 | 0,66 | 0,70 | 0,73 | |
| 0,30 | 0,32 | 0,36 | 0,39 | 0,42 | 0,45 | 0,48 | 0,50 | 0,53 | 0,55 | 0,56 | 0,58 | 0,60 | 0,66 | 0,71 | 0,75 | 0,77 | |
| 0,35 | 0,40 | 0,44 | 0,47 | 0,50 | 0,53 | 0,55 | 0,57 | 0,59 | 0,61 | 0,62 | 0,64 | 0,66 | 0,71 | 0,75 | 0,74 | 0,81 | |
| 0,40 | 0,47 | 0,51 | 0,54 | 0,57 | 0,60 | 0,62 | 0,64 | 0,66 | 0,67 | 0,69 | 0,70 | 0,72 | 0,76 | 0,80 | 0,83 | 0,85 | |
| 0,45 | 0,57 | 0,60 | 0,63 | 0,66 | 0,68 | 0,69 | 0,71 | 0,73 | 0,74 | 0,75 | 0,76 | 0,76 | 0,81 | 0,84 | 0,86 | 0,88 | |
| 0,50 | 0,67 | 0,69 | 0,72 | 0,74 | 0,75 | 0,77 | 0,78 | 0,80 | 0,81 | 0,82 | 0,83 | 0,83 | 0,86 | 0,89 | 0,90 | 0,91 | |
| 0,55 | 0,79 | 0,81 | 0,82 | 0,84 | 0,85 | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,90 | 0,91 | 0,91 | 0,93 | 0,94 | 0,95 | |
| 0,60 | 0,91 | 0,92 | 0,92 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,98 | 0,98 | |

продовження додатку 2

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0,65 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,03 | 1,03 | 1,03 | 1,03 | 1,03 | 1,03 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 |
| 0,70 | 1,23 | 1,20 | 1,18 | 1,17 | 1,15 | 1,14 | 1,13 | 1,12 | 1,12 | 1,11 | 1,10 | 1,10 | 1,10 | 1,08 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 |
| 0,75 | 1,45 | 1,40 | 1,36 | 1,33 | 1,30 | 1,27 | 1,25 | 1,23 | 1,22 | 1,21 | 1,20 | 1,18 | 1,14 | 1,11 | 1,10 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 |
| 0,80 | 1,70 | 1,61 | 1,54 | 1,49 | 1,44 | 1,41 | 1,37 | 1,35 | 1,32 | 1,30 | 1,29 | 1,27 | 1,21 | 1,17 | 1,15 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 |
| 0,85 | 2,11 | 1,96 | 1,84 | 1,74 | 1,67 | 1,61 | 1,55 | 1,51 | 1,47 | 1,45 | 1,32 | 1,39 | 1,31 | 1,25 | 1,21 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 |
| 0,90 | 2,53 | 2,30 | 2,13 | 2,00 | 1,90 | 1,81 | 1,74 | 1,68 | 1,63 | 1,59 | 1,55 | 1,52 | 1,40 | 1,32 | 1,27 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 |

Додаток 3

Квантиль порядку (β) нормального розподілу випадкової
величини (U_β)

| β | U_β | β | U_β | β | U_β |
|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 0,50 | 0 | 0,68 | 0,486 | 0,86 | 1,080 |
| 0,51 | 0,025 | 0,69 | 0,496 | 0,87 | 1,126 |
| 0,52 | 0,050 | 0,70 | 0,524 | 0,88 | 1,175 |
| 0,53 | 0,075 | 0,71 | 0,553 | 0,89 | 1,226 |
| 0,54 | 0,100 | 0,72 | 0,583 | 0,90 | 1,282 |
| 0,55 | 0,126 | 0,73 | 0,613 | 0,91 | 1,341 |
| 0,56 | 0,151 | 0,74 | 0,643 | 0,92 | 1,405 |
| 0,57 | 0,176 | 0,75 | 0,674 | 0,93 | 1,476 |
| 0,58 | 0,202 | 0,76 | 0,706 | 0,94 | 1,555 |
| 0,59 | 0,228 | 0,77 | 0,739 | 0,95 | 1,645 |
| 0,60 | 0,253 | 0,78 | 0,772 | 0,96 | 1,751 |
| 0,61 | 0,279 | 0,79 | 0,806 | 0,97 | 1,888 |
| 0,62 | 0,306 | 0,80 | 0,842 | 0,975 | 1,960 |
| 0,63 | 0,332 | 0,81 | 0,878 | 0,98 | 2,054 |
| 0,64 | 0,358 | 0,82 | 0,915 | 0,99 | 2,326 |
| 0,65 | 0,385 | 0,83 | 0,954 | 0,995 | 2,572 |
| 0,66 | 0,412 | 0,84 | 0,994 | 0,999 | 3,100 |
| 0,67 | 0,440 | 0,85 | 1,036 | | |