

тему. Нарешті, при деякому значенні навантаження P_T в місці максимального моменту у прольоті виникає третій пластичний шарнір з моментом M_T . Балка перетворюється в геометрично змінну систему, несна здатність її буде вичерпана. Тобто навантаження P_T буде граничним, руйнівним. В такій конструкції відбувається вирівнювання опорних та пролітного моментів. Запропонувавши метод граничного стану, дає змогу повністю використати ресурс конструкції, що розраховується, а введенням коефіцієнта запасу міцності забезпечити її надійність залежно від умов роботи.

Література

1. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – К.: Наук. думка, 1988. – 734 с.
2. Тимошенко С.П. Курс теории упругости. – К.: Наук. думка, 1972. – 506 с.

УДК 531.1

*Доц. В.Р. Пасіка, канд. техн. наук;
студ. П.І. Бегень – Українська академія друкарства, м. Львів*

АВТОМАТИЗОВАНИЙ СИНТЕЗ КОМБІНОВАНИХ ЗАКОНІВ РУХУ ВАЖІЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ З ДІЛЯНКОЮ СТАЛОЇ ШВИДКОСТІ ВИХІДНОЇ ЛАНКИ

Розглянуто питання покращення кінематичних і динамічних характеристик циклових механізмів шляхом синтезу комбінованих законів руху вихідної ланки. Синтезовано комбінований закон руху вихідної ланки з ділянкою сталої швидкості. Проведено обчислення для випадку, коли розгін відбувається за синусоподібним законом, а вибіг – за косинусоподібним. Для проведення обчислень розроблено програму в середовищі MATLAB.

Ключові слова: комбінований закон руху, кінематичні інваріанти, циклові механізми.

Assist. prof. V.R Pasika, stud. P.I. Begen – Ukrainian Academy of Printing

Automated synthesis of combined motion laws of level mechanisms with the section of constant speed of outgoing link

The problem of improving of kinematic and dynamic characteristics of the cycle mechanisms with the help of synthesis of combined motion laws of the outgoing link has been considered. A combined motion law of the rocker arm with the section of constant speed has been synthesized. A calculation of the case when the acceleration occurs according to the sinusoidal law, and braking – according to the co sinusoidal one has been made. A program in MATLAB environment for making calculations has been created.

Keywords: combined motion law, kinematic invariants, cycle mechanisms.

Якщо усередині циклу спостерігаємо рух вихідної ланки зі сталою швидкістю, то такий закон руху належить до комбінованих [1]. Основні закономірності комбінування законів руху, які необхідно враховувати при їхньому синтезі, наведено у [2].

Синтез інваріантів комбінованого закону руху

Для порівняння чи дослідження законів руху вихідних ланок циклових механізмів найбільш зручними є методи, що базуються на відносних, без-

розмірних величинах. Такими величинами є безрозмірні коефіцієнти – інваріанти переміщень, швидкостей і пришвидшень. Розглянемо конкретно питання синтезу закону руху вихідної ланки з ділянкою сталої швидкості і подамо отриманий комбінований закон у вигляді кінематичних інваріантів.

Комбінований закон руху складається з трьох ділянок

Розбіг – розгін вихідної ланки. Інваріант переміщення описується півциклом деякого відомого вихідного закону руху $a_{k_{1B}}$. Безрозмірний час змінюється в межах $0 \leq k_1 \leq 0,5$. У кінці ділянки $a_{k_{1B}} = 0,5$ і швидкість досягає свого максимуму B_1 .

Ділянка сталої швидкості. На цій ділянці вихідна ланка повинна рухатись зі сталою швидкістю і інваріант швидкості $b_{k_C} = \frac{da_{k_C}}{dk_C} = B_1$. Безрозмірний час змінюється в межах $0 \leq k_C \leq 1$. Інваріант переміщення знайдемо як інтеграл від інваріанта швидкості $a_{k_C} = \int b_k dk_C = B_1 k_C$.

Як бачимо, на ділянці сталої швидкості інваріант переміщення зріс на B_1 . Інваріант пришвидшення $c_{k_C} = \frac{db_{k_C}}{dk_C} = 0$.

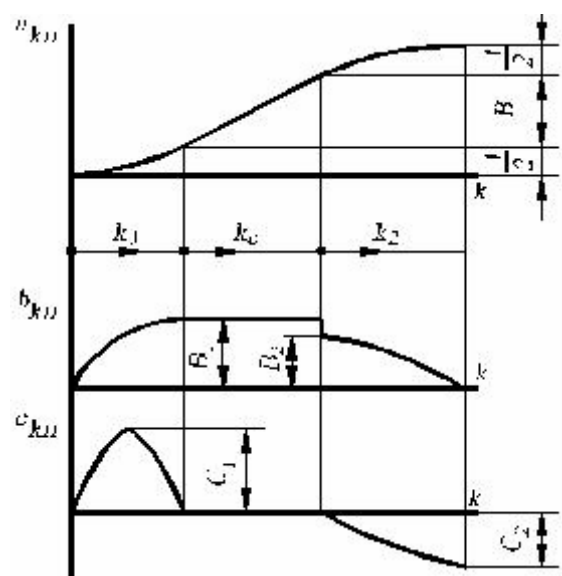


Рис. 1. Попередні кінематичні інваріанти руху коромисла

Вибіг – гальмування вихідної ланки. Інваріант переміщення описується півциклом деякого відомого вихідного закону руху $a_{k_{2B}}$. Безрозмірний час змінюється в межах $0,5 \leq k_2 \leq 1$. На цій ділянці інваріант переміщення зростає на 0,5. На початку ділянки спостерігаємо скачок інваріанта швидкостей, оскільки константи B_1 і B_2 неоднакові для різних вихідних законів руху.

Таким чином, ми отримали попередні кінематичні інваріанти руху вихідної ланки (рис. 1). Як бачимо, у кінці ділянки вибігу інваріант переміщення становить $1 + B_1$, а відносний час є сумою $k_{\Sigma} = 0,5 + 1 + 0,5 = 2$. Щоб отримати інваріант у класичному розумінні, необхідно нормувати величину інваріанта переміщення і відносного часу у кінці ділянки вибігу до одиниці. Для цього ділимо інваріант на $1 + B_1$, а відносний час на k_{Σ} .

Отже, кінематичні інваріанти руху описуватимуться:

$$\left. \begin{array}{l} \text{розбіг :} \\ \text{ділянка сталої швидкості :} \\ \text{вибіг :} \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} a_{k_1} = \frac{a_{k_{1B}}}{1+B_1}, \quad b_{k_1} = \frac{b_{k_{1B}}}{1+B_1}, \quad c_{k_1} = \frac{c_{k_{1B}}}{1+B_1}, \\ a_{k_C} = \frac{B_1 \cdot k_C}{1+B_1}, \quad b_{k_C} = \frac{B_1}{1+B_1}, \quad c_{k_C} = 0, \\ a_{k_2} = \frac{a_{k_{2B}}}{1+B_1}, \quad b_{k_2} = \frac{b_{k_{2B}}}{1+B_1}, \quad c_{k_2} = \frac{c_{k_{2B}}}{1+B_1} \end{array} \right\}, \quad (1)$$

а відносний час змінюватиметься в межах

$$0 \leq k_1 \leq 0.25; \quad 0 \leq k_C \leq 0.5; \quad 0.25 \leq k_2 \leq 0.5.$$

Синтез комбінованого закону руху вихідної ланки

Нехай ведуча ланка переміщується за законом φ_1 , а вихідна – за законом φ_3 . Це можуть бути як кутові, так і поступальні переміщення.

При синтезі закону руху вихідної ланки вважаємо відомими сумарні кути повороту ведучої $\varphi_{1\Sigma}$ і вихідної $\varphi_{3\Sigma}$ ланок. Окрім цього, з умов синтезу відомі необхідні сумарні кути повороту вихідної ланки на кожній ділянці: $\varphi_{31\Sigma}$, $\varphi_{3C\Sigma}$ і $\varphi_{32\Sigma}$ відповідно для ділянок розбігу, сталої швидкості і вибігу. При цьому, повинна справджуватись рівність $\varphi_{3\Sigma} = \varphi_{31\Sigma} + \varphi_{3C\Sigma} + \varphi_{32\Sigma}$.

Для визначення відповідних сумарних кутів повороту ведучої ланки на кожній ділянці використаємо умови, що на границях ділянок швидкості вихідної ланки однакові і дорівнюють максимальній величині, а сума кутів повороту ведучої ланки на окремих ділянках дорівнює $\varphi_{11\Sigma} + \varphi_{1C\Sigma} + \varphi_{12\Sigma} = \varphi_{1\Sigma}$ [2]. Ці умови описуються такою системою трьох алгебраїчних рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} B_1 \frac{\varphi_{31\Sigma}}{\varphi_{11\Sigma}} &= \frac{\varphi_{3C\Sigma}}{\varphi_{1C\Sigma}}, \\ B_1 \frac{\varphi_{31\Sigma}}{\varphi_{11\Sigma}} &= B_2 \frac{\varphi_{32\Sigma}}{\varphi_{12\Sigma}}, \\ \varphi_{11\Sigma} + \varphi_{1C\Sigma} + \varphi_{12\Sigma} &= \varphi_{1\Sigma} \end{aligned} \right\},$$

з якої визначаємо відповідні сумарні кути повороту ведучої ланки:

$$\begin{aligned} \varphi_{11\Sigma} &= \frac{B_1 \varphi_{1\Sigma} \varphi_{31\Sigma}}{B_1 \varphi_{31\Sigma} + B_2 \varphi_{32\Sigma} + \varphi_{3C\Sigma}}, \quad \varphi_{12\Sigma} = \frac{B_2 \varphi_{1\Sigma} \varphi_{32\Sigma}}{B_1 \varphi_{31\Sigma} + B_2 \varphi_{32\Sigma} + \varphi_{3C\Sigma}}, \\ \varphi_{1C\Sigma} &= \frac{\varphi_{1\Sigma} \varphi_{3C\Sigma}}{B_1 \varphi_{31\Sigma} + B_2 \varphi_{32\Sigma} + \varphi_{3C\Sigma}}. \end{aligned} \quad (2)$$

Розглянемо кожну з ділянок окремо.

Ділянка розбігу

Кути повороту: ведучої ланки $\varphi_{11} = 2k_1 \varphi_{11\Sigma}$ і вихідної ланки $\varphi_{31} = 2a_{k_1} \varphi_{31\Sigma} (1 + B_1)$. Аналоги швидкості $\omega_{31a} = \frac{d\varphi_{31}}{d\varphi_{11}} = b_{k_1} \frac{\varphi_{31\Sigma}}{\varphi_{11\Sigma}} (1 + B_1)$ і пришвидшення $\varepsilon_{31a} = \frac{d\omega_{31a}}{d\varphi_{11}} = c_{k_1} \frac{\varphi_{31\Sigma}}{2\varphi_{11\Sigma}^2} (1 + B_1)$ вихідної ланки.

Ділянка сталої швидкості

Кути повороту: ведучої ланки $\varphi_{1C} = \varphi_{11\Sigma} + k_C \varphi_{1C\Sigma}$ і вихідної ланки $\varphi_{3C} = \varphi_{31\Sigma} + \frac{\varphi_{3C\Sigma}}{\varphi_{1C\Sigma}} \varphi_{1C}$. Аналоги швидкості $\omega_{3Ca} = \frac{d\varphi_{3C}}{d\varphi_{1C}} = \frac{\varphi_{3C\Sigma}}{\varphi_{1C\Sigma}}$ і пришвидшення $\varepsilon_{3Ca} = \frac{d\omega_{3Ca}}{d\varphi_{1C}} = 0$ вихідної ланки.

Ділянка вибігу

Кути повороту: ведучої ланки $\varphi_{12} = \varphi_{1\Sigma} + \varphi_{1C\Sigma} + 2(2k_2 - 0,5)\varphi_{12\Sigma}$ і вихідної ланки $\varphi_{32} = \varphi_{3\Sigma} + \varphi_{3C\Sigma} + 2[(1 + B_1)a_{k_2} - 0,5]\varphi_{32\Sigma}$. Аналоги швидкості $\omega_{32a} = \frac{d\varphi_{32}}{d\varphi_{12}} = b_{k_2} \frac{\varphi_{32\Sigma}}{\varphi_{12\Sigma}}(1 + B_1)$ і пришвидшення $\varepsilon_{32a} = \frac{d\omega_{32a}}{d\varphi_{12}} = c_{k_2} \frac{\varphi_{32\Sigma}}{2\varphi_{12\Sigma}^2}(1 + B_1)$ вихідної ланки.

Отримані вирази для обчислення кінематичних характеристик ланок зводимо у табл. 1. Кінематичні інваріанти для кожної з ділянок обчислюємо за виразами (1).

Табл. 1. Кінематичні характеристики вихідної ланки з ділянкою сталої швидкості

Ділянка	Перша	Сталої швидкості	Друга
Ведуча ланка	$\varphi_{11} = 2k_1\varphi_{1\Sigma}$	$\varphi_{1C} = \varphi_{1\Sigma} + k_C\varphi_{1C\Sigma}$	$\varphi_{12} = \varphi_{1\Sigma} + \varphi_{1C\Sigma} + 2(2k_2 - 0,5)\varphi_{12\Sigma}$
Вихідна ланка	$\varphi_{31} = 2a_{k_1}\varphi_{31\Sigma}(1 + B_1)$ $\omega_{31a} = b_{k_1} \frac{\varphi_{31\Sigma}}{\varphi_{11\Sigma}}(1 + B_1)$ $\varepsilon_{31a} = c_{k_1} \frac{\varphi_{31\Sigma}}{2\varphi_{11\Sigma}^2}(1 + B_1)$	$\varphi_{3C} = \varphi_{3\Sigma} + \frac{\varphi_{3C\Sigma}}{\varphi_{1C\Sigma}}\varphi_{1C}$ $\omega_{3Ca} = \frac{\varphi_{3C\Sigma}}{\varphi_{1C\Sigma}}$ $\varepsilon_{3Ca} = 0$	$\varphi_{32} = \varphi_{3\Sigma} + \varphi_{3C\Sigma} + 2[(1 + B_1)a_{k_2} - 0,5]\varphi_{32\Sigma}$ $\omega_{32a} = b_{k_2} \frac{\varphi_{32\Sigma}}{\varphi_{12\Sigma}}(1 + B_1)$ $\varepsilon_{32a} = c_{k_2} \frac{\varphi_{32\Sigma}}{2\varphi_{12\Sigma}^2}(1 + B_1)$

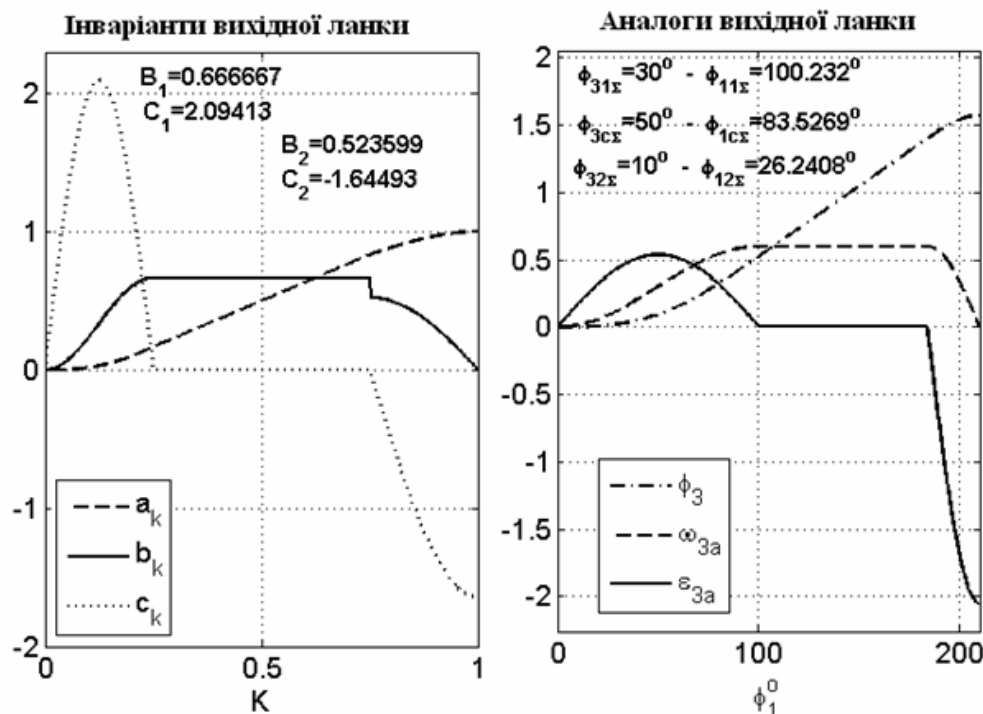


Рис. 2. Інваріанти і кінематичні аналоги вихідної ланки з ділянкою сталої швидкості. Розгін відбувається за синусоподібним законом, вибіг – за косинусоподібним

Для побудови комбінованих законів руху з ділянкою сталої швидкості усередині циклу була створена обчислювальна програма. Результати роботи

програми наведено на рис. 2 для випадку, коли розгін відбувається за синусоподібним законом $a_{k_{1B}} = k - \frac{\sin(2\pi k)}{2\pi}$, а вибіг – за косинусоподібним $a_{k_{2B}} = [1 - \cos(\pi k)]/2$. Були прийняті такі сумарні кути повороту вихідної ланки на ділянках: $\varphi_{31\Sigma} = 30^\circ$, $\varphi_{3c\Sigma} = 50^\circ$ і $\varphi_{32\Sigma} = 10^\circ$. Обчислені відповідні сумарні кути повороту ведучої ланки становлять: $\varphi_{1\Sigma} = 100,232^\circ$, $\varphi_{1c\Sigma} = 83,527^\circ$ і $\varphi_{12\Sigma} = 26,241^\circ$. Програма, текст якої наводиться у статті уможливорює створення комбінованих законів на базі таких вихідних законів як, синусоподібний та косинусоподібний.

Висновок: розроблено методику, алгоритм і обчислювальну програму для синтезу комбінованих законів руху з ділянкою сталої швидкості у середині кінематичного циклу.

Текст програми

```
% SYN_KOM_ZAK_RUXU
% КЕРУЮЧА ПРОГРАМА ДЛЯ СИНТЕЗУ
% КОМБІНОВАНОГО ЗАКОНУ РУХУ ЛАНКИ
% З ДІЛЯНКОЮ СТАЛОЇ ШВИДКОСТІ
% fi31s, fi1cs, fi32s – переміщення на стадії розбігу,
% сталої швидкості і вибігу вихідної ланки
% fi3s – сумарне переміщення вихідної ланки
% fi1s – сумарне переміщення вхідної ланки, яке відповідає
% сумарному переміщенню вихідної ланки fi3s
% Викликає пп komzak_r(kt, fi31s, fi3cs, fi32s, fi1s, ak1v, ak2v)
%
% УАД 09.02.2008
%
clear
% ЗАДАВАНІ ВЕЛИЧИНИ -----
fi31s=30; fi3cs=50; fi32s=20; fi1s=210 % в одиницях переміщень (градуси або мм)
fi3s=fi31s+fi3cs+fi32s
% -----
kk=0.0001; k=0; kk:1; % крок обчислень
for ii=1:2
if ii==1
zz=input('Задайте закон руху на РОЗБІГУ (cos, sin) ','s'); end
if ii==2
zz=input('Задайте закон руху на ВИБІГУ (cos, sin, pol) ','s'); end
if zz=='sin' zr='синусоїда';
ak=k*sin(2*pi*k)/2/pi; bk=1-cos(2*pi*k); ck=2*pi*sin(2*pi*k);
if ii==1 aksin=inline('(kv-sin(2*pi*kv)/2/pi)'); akv1=formula(aksin); end
if ii==2 aksin=inline('(kv-sin(2*pi*kv)/2/pi)'); akv2=formula(aksin); end
end
if zz=='cos' zr='косинусоїда';
ak=(1-cos(pi*k))/2; bk=pi/2*sin(pi*k); ck=pi^2/2*cos(pi*k);
if ii==1 akcos=inline('(1-cos(pi*kv))/2'); akv1=formula(akcos); end
if ii==2 akcos=inline('(1-cos(pi*kv))/2'); akv2=formula(akcos); end
end
end % (for)
komzak_r(length(k), fi31s, fi3cs, fi32s, fi1s, akv1, akv2);
```

```

disp('--КИНЕЦЬ---SYN_KOM_ZAK_RUXU----- ')
function f=comzak_r(kt, fi31s, fi3cs, fi32s, fi1s, ak1v, ak2v)
% СИНТЕЗУЄ КОМБІНОВАНИЙ ЗАКОН РУХУ З ДІЛЯНКОЮ СТАЛОЇ ШВИДКОСТІ
% БУДУЄ ІНВАРІАНТИ І КІНЕМАТИЧНІ АНАЛОГИ
% fi31s, fi3cs, fi32s – задані кути повороту вихідної ланки на стадії розгону,
% сталої швидкості і вибігу
% fi1s – сумарний кут повороту вхідної ланки
% ak1v, ak2v – задані інваріанти переміщення на стадіях розгону і вибігу
% fi3, om3a, ep3a – кут повороту, кутова швидкість і пришвидження коромисла
%
% УАД 9.02.2007
%
rr=pi/180;
fi3s=fi31s+fi3cs+fi32s;
ZPR_roz=ak1v, ZPR_vyb=ak2v % Для перевірки формул ak1v і ak2v
bk1v=diff(ak1v); bk2v=diff(ak2v);
ck1v=diff(bk1v); ck2v=diff(bk2v);
ak1vv=vectorize(ak1v); ak2vv=vectorize(ak2v);
bk1vv=vectorize(bk1v); bk2vv=vectorize(bk2v);
ck1vv=vectorize(ck1v); ck2vv=vectorize(ck2v);
kt=100000;
kv=linspace(0,1/2, kt); kv1=kv;
B1=max(eval(bk1vv)); B2=max(eval(bk2vv));
fi11s=B1*fi1s*fi31s/(B1*fi31s+B2*fi32s+fi3cs); % Сумарні кути
fi1cs=fi1s*fi3cs/(B1*fi31s+B2*fi32s+fi3cs); % повороту вхідної ланки
fi12s=B2*fi1s*fi32s/(B1*fi31s+B2*fi32s+fi3cs); % на окремих ділянках
fi1s=fi11s+fi1cs+fi12s
k1=linspace(0,1/2, length(kv)); kc=linspace(0,1, length(kv));
k2=linspace(1/2,1, length(kv));
fi11=linspace(0, fi11s, kt); krok_fi1=fi11(2)-fi11(1);
fi1c=0: krok_fi1: fi1cs; fi12=0: krok_fi1: fi12s;
% І ДІЛЯНКА (РОЗБІГ)
ak1=eval(ak1vv)/(1+B1); bk1=eval(bk1vv)/(1+B1); ck1=eval(ck1vv)/(1+B1);
if fi1cs~=0 k1=k1/2; end
fi31=2*ak1*fi31s*(1+B1); om31a=bk1*fi31s/fi11s*(1+B1);
ep31a=ck1*fi31s/2/fi11s/fi11s/rr*(1+B1); max_ep31a=max(ep31a);
% ДІЛЯНКА СТАЛОЇ ШВИДКОСТІ
if fi1cs==0
kc=linspace(kc(1), kc(end), length(fi1c)); kvc=kc;
akc=kc*B1/(1+B1); bkc=B1*ones(1, length(kc))/(1+B1);
ckc=zeros(1, length(kc))/(1+B1);
kc=kc/2;
fi3 c=fi3cs/fi1cs*fi1c; om3ca=fi3cs/fi1cs*ones(1, length(fi1c));
ep3ca=linspace(ckc(1), ckc(end), length(fi1c));
elseif fi1cs==0
kc=zeros(1, length(kt)); kc=linspace(kc(1), kc(end), kt); kvc=kc;
akc=kc*B1/(1+B1); bkc=B1*ones(1, length(kc))/(1+B1);
ckc=zeros(1, length(kc))/(1+B1);
akc=linspace(0, akc(end), kt); bkc=linspace(bkc(1), bkc(end), kt);
ckc=linspace(ckc(1), ckc(end), kt); kc=kc/2;
if fi1cs==0 fi3 c=0*fi1c; else fi3 c=fi3cs/fi1cs*fi1c; end
if fi1cs==0 om3ca=1*zeros(1, length(fi1c));

```

```

else om3ca=fi3cs/fi1cs*ones(1, length(fi1c)); end
ep3ca=linspace(ckc(1), ckc(end), length(kv));
end
% II ДІЛЯНКА (ВИБІГ)
if fi1cs~=0
kv=linspace(0.5,1, length(fi12));
elseif fi1cs==0 kv=linspace(0.5,1, length(fi12));
end
kv2=kv; k2=kv;
ak2=eval(ak2vv)/(1+B1); bk2=eval(bk2vv)/(1+B1); ck2=eval(ck2vv)/(1+B1);
clear kv;
if fi1cs~=0 k2=kv2/2; end
fi32=2*(ak2-0.5/(1+B1))*fi32s*(1+B1); om32a=bk2*fi32s/fi12s*(1+B1);
ep32a=ck2*fi32s/2/fi12s/fi12s/rr*(1+B1); min_ep32a=min(ep32a);
% Організовуємо єдиний масив fi3, om3, eps3 і fi1
if fi1cs~=0
fi1=[fi11 fi11(end)+fi1c(2: end) fi11(end)+fi1c(end)+fi12(2: end)];
fi3=[fi31 fi31(end)+fi3 c(2: end) fi31(end)+fi3 c(end)+fi32(2: end)];
om3a=[om31a om3ca(2: end) om32a(2: end)];
ep3a=[ep31a ep3ca(2: end) ep32a(2: end)];
k=[k1 k1(end)+kc(2: end) kc(end)+k2(2: end)];
ak=[ak1 ak1(end)+akc(2: end) akc(end)+ak2(2: end)];
bk=[bk1 bkc(2: end) bk2(2: end)]; ck=[ck1 ckc(2: end) ck2(2: end)];
Br=B1/(1+B1); Bv=B2/(1+B1);
elseif fi1cs==0
fi1=[fi11 fi11(end)+fi12(2: end)]; fi3=[fi31 fi31(end)+fi32(2: end)];
om3a=[om31a om32a(2: end)]; ep3a=[ep31a ep32a(2: end)];
k=[k1 k2(2: end)];
ak=[ak1 ak2(2: end)];
bk=[bk1 bk2(2: end)]; ck=[ck1 ck2(2: end)];
ak=ak*(1+B1); bk=bk*(1+B1); ck=ck*(1+B1);
Br=max(bk); Bv=max(bk2)*(1+B1);
end
C1=max(ck); C2=min(ck);
% -----
subplot(1,2,1)
plot(k, ak, k, bk, k, ck), grid
h1=title('Інваріанти вихідної ланки');
set(h1,'FontName','MS Sans Serif','FontSize',12);
h2=legend('a_k','b_k','c_k',3);
set(h2,'FontName','MS Sans Serif','FontSize',12);
text(0.5,0.95*C1, sprintf('B_1=%g', Br))
text(0.5,0.78*C1, sprintf('B_2=%g', Bv))
text(0.5,0.66*C1, sprintf('C_1=%g', C1))
text(0.5,0.53*C1, sprintf('C_2=%g', C2))
xlabel('k')
subplot(1,2,2)
plot(fi1, fi3*rr, fi1, om3a, fi1, ep3a), grid
h3=title('Кінематичні аналоги вихідної ланки');
set(h3,'FontName','MS Sans Serif','FontSize',12);
if max(ep3a)>=abs(min(ep3a)), il=1;
xt=fi31s/2; end

```

```

if max(ep3a)<abs(min(ep3a)), il=2;
xt=1; end
if abs(min(ep3a))>0.8 ymin=1.1*min(ep3a); end
if abs(min(ep3a))<=0.8 ymin=-0.85; end
ymax=1.1*max([ep3a fi3*rr])
yt1=ymin/5; yt2=ymin/2; yt3=ymin/1.3;
h4=legend('перем.', 'швидк.', 'пришвид.', il);
set(h4,'FontName','MS Sans Serif','FontSize',12);
axis([0 fi1s ymin ymax]);
text(xt, yt1, sprintf(['fi_3_1_s=%g^o-' 'fi_1_1_s=%g^o'],...
[fi31s fi11s]))
text(xt, yt2, sprintf(['fi_3_c_s=%g^o-' 'fi_1_c_s=%g^o'],...
[fi3cs fi1cs]))
text(xt, yt3, sprintf(['fi_3_2_s=%g^o-' 'fi_1_2_s=%g^o'],...
[fi32s fi12s]))
xlabel('\phi_1^o')
disp('-----КИНЕЦЬ fun K_ZAKRUX-----')

```

Література

1. Тир К.В. Механика полиграфических машин. – М.: Книга, 1965. – 496 с.
2. Полюдов О.М. Механіка поліграфічних і пакувальних машин. – Львів: УАД, 2005. – 180 с.

УДК 630*907

*Аспир. О.В. Ермакова – Донецкий национальный
технический университет*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РЕКРЕАТИВНОСТИ ЛЕСОВ НА ЮГО-ВОСТОКЕ УКРАИНЫ

Предложена модифицированная методика для оценки рекреационного потенциала лесных биогеоценозов степной зоны юго-востока Украины. Разработано и описано программное обеспечение для эколого-биологической оценки рекреативности лесов. Определена область применения базы данных рекреационных характеристик лесов.

Ключевые слова: рекреационное лесопользование, рекреационный потенциал, методика оценки, программное обеспечение, виды отдыха.

Post-graduate Ye.V. Yermakova – Donetsk State Technical University

Developing of software environment for ecology-biological estimation of recreation forest in south-east region of Ukraine

The modified methodic for estimation of recreation potential the forest biogeocenose of steppe zone in Ukrainian south-east. Software environment for ecology-biological estimation of recreation forest has been proposed and described. The field of application of basic data for recreation characteristics has been determined.

Keywords: recreational use of forest, recreation potential, method of estimation, software environment, views of recreation.

Введение. В условиях интенсивно развивающегося рекреационного лесопользования актуальной задачей становится оценка лесов не просто с лесохозяйственных позиций, а и с точки зрения их пригодности для рекреации.