Ш а г $s+1$. Существуют два случая в зависимости от того, что перечислено на шаге s: либо элемент из $\nu \times \nu$, либо элемент из Ω.

С л у ч а й 1. Пусть (x, y) - пара, которая перечислена на шаге s. Если x не является элементом T_s, или если $\Im = T_S^{-1}(x)$ имеет длину ≤ y, или если $x \in \omega_{y,s}$, или если $\Im \le \Im_0 * \Omega_z$, где $\Im_0$ - сегмент $\Im$ длины y и $z = C_s(\Im_0, W(x, y, s))$, то положим $T_{s+1} = T_s$ и $C_{s+1} = C_s$.
В противном случае положим —

$$C_{s+1}(\pi, n) = \begin{cases} C_s(\pi, n) + 1 \\ C_s(\pi, n) \end{cases} \text{если } n = \Im_0 \text{ и } n = W(x, y, s), \text{в протигвном случае.}$$

Также пусть $\Im_1$ -наименьшая цепочка, если она существует, такая, что

$\Im_0 \subseteq \Im_1 \subseteq \Im_0 * \Omega_z$ и $W(x_1, y, s) < W(x, y, s+1)$, где $x_1 = T_s(\Im_1)$. Если такой $\Im_1$ не существует, то положим $T_{s+1} = T_s$. Но если $\Im_1$ определена, то положим

$$T_{s+1}(\alpha) = \begin{cases} x, \\ T_s(\alpha * 0) \\ T_s(\alpha) \end{cases} \text{если } \begin{matrix} \alpha = \Im_1, \\ \alpha - одна(из \Im, \Im * 0, \Im * 00, ...) \end{matrix} \text{в противном случае.}$$

Заметим, что такое определение T_{s+1} дает, что $\eta_{s+1} = \eta_s \cup \{x_1\}$, а если $T_{s+1} = T_s$, то $\eta_{s+1} = \eta_s$.

С л у ч а й 2. Пусть $\Im$ - цепочка, которая перечислена на шаге s. Положим

$$T_{s+1}(\alpha) = \begin{cases} T_s(\alpha * 0), \\ T_s(\alpha) \end{cases} \text{если } \alpha - одна(из \Im, \Im * 0, \Im * 00, ...) \text{ в противном случае.}$$

Если $x = T_s(\Im)$, то имеем $\eta_{s+1} = \eta_s \cup \{x\}$.

Ясно, что данная конструкция эффективна. Для данного i мы можем эффективно перечислить η_i и найти его мощность. Далее, мы видим,что $\eta_s \subseteq \eta_{s+1}$. Далее, мы видим, что $\eta_s \subseteq \eta_{s+1}$. Итак, $\{\eta_i\}$- сильно рекурсивно перечислимая неубывающая последовательность и поэтому она имеет рекурсивно перечислимый предел η.

Список использованной литературы

1. Девис (Davis M.), Computability and unsolvability, Mc Gran-Hill, N. Y., 1958.
2. Ейтс (Vates G.E.M.), Recursivelly enumerable sets and retracing functions, Z. math. Logik Crundl. Math. 8(1962), 331-345.
3. Ейтс (Vates G.E.M.), On the degrees of index sets, Trans. Amer. Math. Soc., 121, (1966), 309-328.
4. Ершов Ю. Л. Разрешимость элементарной теории дистрибутивных структур с относительными дополнениями и теории фильтров, Алгебра и логика (семинар), 3, №3 (1964), 17-36.
5. Ершов Ю. Л. Проблемы разрешимости и конструктивные модели. – М.: Наука, 1980.
6. Кейслер Г. , Чэнь Ч. Ч. Теория моделей. –М.: Мир, 1977.
7. Мальцев А.И., Алгоритмы и рекурсивные функции. – М.: Наука, 1986.

ОӘЖ 532

«Еркін өшетін тербеліс теңдеуін
MATLAB бағдарламалық комплексінде моделдеу»

Темірке Сәния,Халиева Улдана

temrke.saniya@mail.ru ukhaliyeva@mail.ru
Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Механика-математика факультеті
«Математикалық және компьютерлік моделдеу» 3-курс студенттері

Ғылыми жетекші – Шалабаева Б.С.

1. Есеп . Физикалық қойылымы

Тербелмелі жүйе кедергі коэффициенті- r , кез-келген ортада қаттылығы- k серіппеде орналасқан массасы- m денеден тұрады. Еркін өшетін тербелістерді модельдеңіз.Әртүрлі жүйе параметрлері мен бастапқы шарттармен бірқатар есептеу эксперименттерін жүргізу керек.

Математикалық қойылымы

Еркін өшетін тербеліс (үйкеліс күші)

$$\overrightarrow{F_{\text{үйк}}} = -r\overrightarrow{\vartheta_x}$$

r- қарсылық кщэффициенті (үйкеліс коэффициенті); $\overrightarrow{\vartheta_x}$- қозғалыс жылдамдығы;
Ньютонның x осі бойындағы өшетін тербелістерге арналған 2-ші заңы осы түрде

$$ma_x = -kx - rv_x$$

kx- қалпына келтіру күші; rv_x- үйкеліс күші

Шешу алгоритмі: Ньютонның 2-ші заңына сәйкес

$$ma_x = -kx - rv_x$$

Осыдан

$$a_{x=}\frac{(-kx - rv_x)}{m}$$

Ақырлы айырымдар үшін координата мен жылдамдықтан алатынымыз:

$$v_x^{t+1} = v_x^t + a_x^{t+1}\Delta\tau$$
$$x^{t+1} = x^t + v_x^{t+1}\Delta\tau$$

Бізде еркін өшу кезінде $\frac{r}{2m} < \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

Ал қатты өшу кезінде $\frac{r}{2m} > \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$\frac{\mathrm{r}}{2\mathrm{m}} = \delta$ – өшу коэффициенті; $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ – цикл

Қосымша айта кетсек заңға сәйкес қозғалыстан келесі түрді ала аламыз

$$x'' + 2\delta x' + \omega_0^2 x = 0$$
$$mx'' = -kx - rx'$$

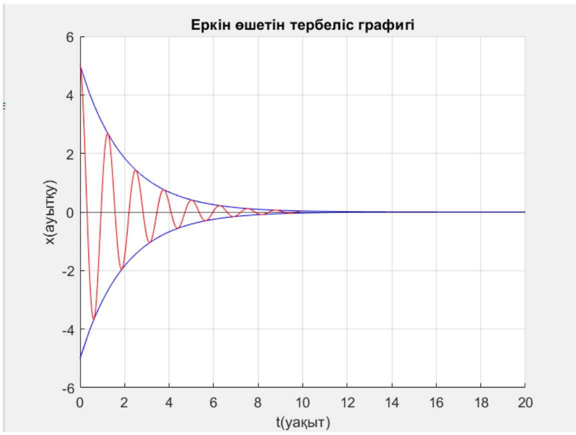
Тербелістің дифференциалды түрі: $mx'' + kx + rx' = Fsin\omega r$

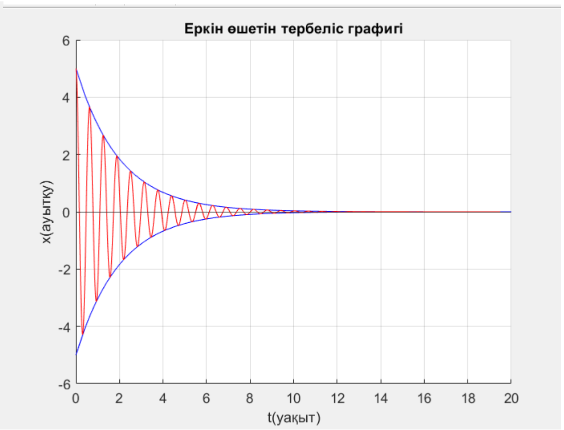
MATLAB бағдарламалық комплексінде есептеу

```
clc;clear;clf;
format compact
                %x.. + 2b x. + k/m x = 0      (b = gamma/2m)
A = 5           %x(t) = Acos(wt)
b = 0.5        %x(t) = Acos(wt) * exp(-bt)
w = 8

f = @(t) (A.*exp(-b.*t)).*(cos(w.*t)) % Уравнение с недостаточным демпфированием

g = @(t) A.*exp(-b.*t)
g1 = @(t) -A.*exp(-b.*t)

hold on;grid on;
p1 = fplot(g,[0,20],'b')
p2 = fplot(g1,[0,20],'b')
p3 = fplot(f,[0,0.1])
xlim([0,20])
yline(0)
ylim([-A-1,A+1])


for k = 0:0.1:20
    clf(p3)
    p3 = fplot(f,[0,k],'r');
    pause(0.01)
end
```

График

Жиілік 5-ке, 10-ға тең болғандағы график:





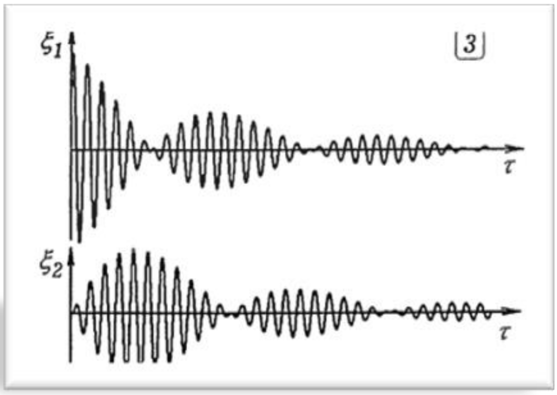
Қорытынды

Енгізген формулаларымыз арқылы пружинадағы еркін өшетін және өшпейтін тербелістің моделін құрдық.

Нәтижесінде гармоникалық тербелістің графигі пайда болды.Және эксперимент жасау арқылы амплитуда санын арттырған сайын жиіліктің көбейгенін,және тербелістердің өшіп бара жатқанын байқадық.

2. Есеп. Физикалық қойылымы

Әрқайсысы массасы m денеден және қатаңдығы k серіппелі серіппеден тұратын, қаттылығы q болатын серпімді байланыспен қосылған екі бірдей маятниктің өшетін тербелістерін зерттейміз.



Математикалық қойылымы

Қарастырылып отырған жүйеде ξ_1 және ξ_2 координаттары оның кез келген уақыттағы орнын анықтайды.

Тұрақты тепе-теңдік жағдайына қатысты мұндай жүйенің шамасы ауытқулары келесі теңдікпен сипатталады:

$$\xi_1 = B_1\, cos(k_1 t + \beta_1) + B_2\, cos(k_2 t + \beta_2)$$
$$\xi_2 = B_1\, sin(k_1 t + \beta_1) + B_2\, sin(k_2 t + \beta_2)$$

Ал өшпелі тербелістердің теңдеуі нақты тербелмелі жүйелердің қозғалысын сипаттайды.Дифференциалды түрде ол былай жазылады:

$$\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} + 2\beta \frac{\partial x}{\partial t} + \omega_0^2 x = 0$$

Шешу алгоритмі: Осы теңдеуді канондық түрге келтіреміз:

$$X = Ae^{-3t}\cos(\omega t + \varphi_0)$$

Осыдан есебімізде берілген өшпелі тербелістің теңдеуі төмендегідей беріледі:

$$\xi_1 = \xi_0(\cos(k_1 t + \beta_1) + (\cos(k_2 t + \beta_2))e^{-\beta t}$$

$$\xi_2 = \xi_0(\sin(k_1 t + \beta_1) + (\sin(k_2 t + \beta_2))e^{-\beta t}$$

Мұндағы: $\xi_0 -$ бастапқы ауытқу бұрышы: $\beta = -\frac{\lambda}{T}\,;\, T = \frac{1}{k}$: $\beta = -\lambda k \;\; ; \lambda = 1$

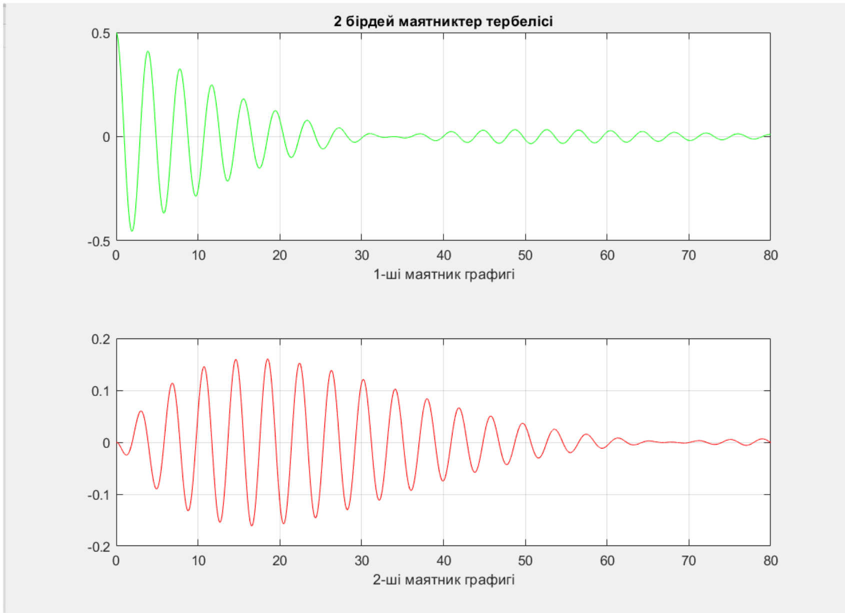
k- тербелістер жиілігі, $\lambda -$ өшпелі тербелістің декременті

Осыдан: $\beta = \frac{k_1 - k_2}{2} t$

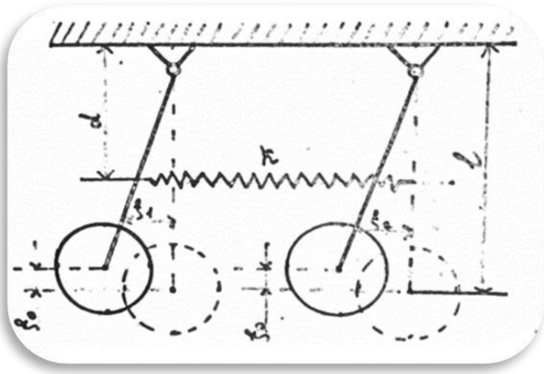
Қорытынды теңдеу: $\xi_1 = \xi_0(cos\frac{k_1+k_2}{2}t)(\cos(\frac{k_1-k_2}{2}t))e^{-\frac{k_1-k_2}{2}t}$

$$\xi_2 = \xi_0(sin\frac{k_1+k_2}{2}t)(\sin(\frac{k_1-k_2}{2}t))e^{-\frac{k_1-k_2}{2}t}$$

График



Қорытынды : Массасы және ұзындығы бірдей болатын екі маятник берілген. Олар бір бірімен пружина арқылы байланысқан. Бірінші маятник бастапқы амплитудасынан ауытқыған кезде екінші маятниктінде тербелуіне әкеледі. Ал екінші маятник тербелген кезде бірінші маятник тербелісі азайып,өшеді. Сөйтіп процесс жалғасады (графикте көрсетілген).Бірнеше уақыт өткен соң тербелістер амплитудасы азайып өшеді. Себебі, табиғатта еркін тербелістер мәңгілікке созыла алмайды. Механикалық жүйелер үшін әрдайым ортаның кедергісі болады, нәтижесінде үйкеліс кезінде объектінің қозғалыс энергиясы таралады. Электромагниттік тізбектерде тербелістер өткізгіштердің кедергісіне байланысты жоғалады.



Қолданылған әдебиеттер

1. Серіппе арқылы қосылған екі математикалық маятник — Department of Theoretical and Applied Mechanics (spbstu.ru)
2. Бірнеше еркіндік дәрежелері бар жүйелердің шағын тербелістері (exir.ru)
3. Майер кітабы (3.1, 6.2 есептер)
4. Физикадағы өшетін тербелістердің теңдеуі (solverbook.com)

UDC 51.77

ECONOMETRIC MODELING OF THE PRICE OF RESIDENTIAL REAL ESTATE BY THE METHOD OF GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION