

## ДОДАТОК А

### Лістинг програми

```
(*Задання значень параметрів*)
ε = 10-4;
Om[x1_, x2_] =  $\frac{1}{2} (1 - x1^2 - x2^2)$ ;
G[x_, ϕ_, ρ_, ψ_] =  $\frac{1}{4 \text{ Pi}} \text{Log} \left[ \frac{r^2 \rho^2 - 2 r \rho \text{Cos}[\phi - \psi] + 1}{r^2 - 2 r \rho \text{Cos}[\phi - \psi] + \rho^2} \right]$ ;
u0[x_, ϕ_] :=  $\int_0^{2 \text{ Pi}} \left( \int_0^1 G[x, \phi, \rho, \psi] \rho \, d\rho \right) d\psi$ 
M = u0[0, 0]
f[x1_, x2_, v_, w_] = λ (1 + v)p;
p = 0.5; λ = 1;
sol = FindRoot[(1 + β1)p ==  $\frac{\beta1}{\lambda M}$ , {β1, 0.5}]
β = sol[[1, 2]]
Nρ = 20;
Nφ = 20;
Δρ = N[ $\frac{1}{N\rho}$ ]
Δφ = N[ $\frac{2 \text{ Pi}}{N\phi}$ ]
(*Побудова конусного відрізка*)
B1[t_] = Piecewise[{{t + 1, -1 ≤ t ≤ 0}, {1 - t, 0 ≤ t ≤ 1}}];
eps = {};
v0[x1_, x2_] = 0;
w0[x1_, x2_] = β;
Plot3D[{v0[x1, x2], w0[x1, x2]}, {x1, -1, 1}, {x2, -1, 1}, RegionFunction -> Function[{x1, x2, z}, Om[x1, x2] ≥ 0 && (x1 ≥ 0 || x2 ≥ 0)]]
mm = Maximize[{w0[x1, x2] - v0[x1, x2], Om[x1, x2] ≥ 0}, {x1, x2}]
eps = Append[eps, 1/2 mm[[1]]]
Last[eps] < ε
vtab = {};
wtab = {};
v0tab = ParallelTable[Re[v0[i Δρ Cos[j Δφ], i Δρ Sin[j Δφ]]], {i, 0, Nρ}, {j, 0, Nφ}];
Do[v0tab[[Nρ + 1, j]] = 0, {j, 1, Nφ + 1}];
MatrixForm[v0tab]
w0tab = ParallelTable[Re[w0[i Δρ Cos[j Δφ], i Δρ Sin[j Δφ]]], {i, 0, Nρ}, {j, 0, Nφ}];
Do[w0tab[[Nρ + 1, j]] = 0, {j, 1, Nφ + 1}];
MatrixForm[w0tab]
vtab = Append[vtab, v0tab];
wtab = Append[wtab, w0tab];
(*Ітераційний процес*)
k = 0;
While[Last[eps] > ε, {vprev[x_, ϕ_] =  $\sum_{i=0}^{N\rho} \sum_{j=0}^{N\phi} \text{vtab}[[k+1, i+1, j+1]] B1[N\rho r - i] B1[\frac{N\phi \phi}{2 \text{ Pi}} - j]$ ;
wprev[x_, ϕ_] =  $\sum_{i=0}^{N\rho} \sum_{j=0}^{N\phi} \text{wtab}[[k+1, i+1, j+1]] B1[N\rho r - i] B1[\frac{N\phi \phi}{2 \text{ Pi}} - j]$ ;
vtmp[x_, ϕ_] := NIntegrate[G[x, ϕ, ρ, ψ] f[ρ Cos[ψ], ρ Sin[ψ], vprev[ρ, ψ], wprev[ρ, ψ]] ρ, {ρ, 0, 1}, {ψ, 0, 2 Pi}];
wtmp[x_, ϕ_] := NIntegrate[G[x, ϕ, ρ, ψ] f[ρ Cos[ψ], ρ Sin[ψ], vprev[ρ, ψ], wprev[ρ, ψ]] ρ, {ρ, 0, 1}, {ψ, 0, 2 Pi}];
vktab = ParallelTable[Re[vtmp[i Δρ, j Δφ]], {i, 0, Nρ}, {j, 0, Nφ}];
Do[vktab[[Nρ + 1, j]] = 0, {j, 1, Nφ + 1}];
wktab = ParallelTable[Re[wtmp[i Δρ, j Δφ]], {i, 0, Nρ}, {j, 0, Nφ}];
Do[wktab[[Nρ + 1, j]] = 0, {j, 1, Nφ + 1}];
vtab = Append[vtab, vktab];
wtab = Append[wtab, wktab];
```

```

vnew[x_, ϕ_] = Sum[Sum[vtab[[k+2, i+1, j+1]] B1[Np r - 1] B1[ $\frac{N\phi}{2 P1} - j$ ]], {i, 0, Np}, {j, 0, Np}];

wnew[x_, ϕ_] = Sum[Sum[wtab[[k+2, i+1, j+1]] B1[Np r - 1] B1[ $\frac{N\phi}{2 P1} - j$ ]], {i, 0, Np}, {j, 0, Np}];

eps = Append[eps, 1/2 (vnew[0, 0] - wnew[0, 0])];
k = k + 1;
Print["Iteration ", k, " is complete, ", "eps=", Last[eps]];
Beep[1]]]

Print["Всього виконано ітерацій ", k]

v[x_, ϕ_] = Table[Sum[Sum[vtab[[j, i+1, j+1]] B1[Np r - 1] B1[ $\frac{N\phi}{2 P1} - j$ ]], {i, 0, Np}, {j, 1, k+1}];

vx[x1_, x2_] = Which[Om[x1, x2] ≥ 0, v[ $\sqrt{x1^2 + x2^2}$ , Pi + Arg[x1 + i x2]]];
(*Побудова графіків верхніх та нижніх наближень*)

gr1 = Plot[vx[x1, 0], {x1, -1.05, 1.05}, PlotStyle -> {Black, Dashed}, BaseStyle -> {14, FontFamily -> "Euclid"}, AxesStyle -> Directive[Arrowheads[0.04], Thick], PlotPoints -> 200]

w[x_, ϕ_] = Table[Sum[Sum[wtab[[j, i+1, j+1]] B1[Np r - 1] B1[ $\frac{N\phi}{2 P1} - j$ ]], {i, 0, Np}, {j, 1, k+1}];

wx[x1_, x2_] = Which[Om[x1, x2] ≥ 0, w[ $\sqrt{x1^2 + x2^2}$ , Pi + Arg[x1 + i x2]]];

gr2 = Plot[w[x1, 0], {x1, -1.05, 1.05}, PlotStyle -> {Black}, BaseStyle -> {14, FontFamily -> "Euclid"}, AxesStyle -> Directive[Arrowheads[0.04], Thick], PlotPoints -> 200]
Show[gr1, gr2, AxesLabel -> {"x1", "w(k)(x1, 0)", "v(k)(x1, 0)"}, PlotRange -> {-0.001, w[0, 0][[1]] + 0.01}]
(*Знаходження наближеного розв'язку*)

ulast[x_, ϕ_] =  $\frac{v[x, \phi][[k+1]] + w[x, \phi][[k+1]]}{2}$ ;

hr = 0.1;

hφ =  $\frac{\pi}{6}$ ;

nn1r = Quotient[1, hr]
nn1φ = Quotient[2 Pi, hφ]

VTab = Transpose[Table[v[i hr, j hφ], {i, 0, nn1r}, {j, 0, nn1φ}]];
MatrixForm[VTab]

WTab = Transpose[Table[w[i hr, j hφ], {i, 0, nn1r}, {j, 0, nn1φ}]];
MatrixForm[WTab]

uTab = Table[ulast[i hr, j hφ], {i, 0, nn1r}, {j, 0, nn1φ}]

ulastx[x1_, x2_] = Which[Om[x1, x2] ≥ 0, ulast[ $\sqrt{x1^2 + x2^2}$ , Pi + Arg[x1 + i x2]]]

ulastx[0, 0]
(*Побудова графіків поверхні наближено розв'язку та його ліній рівня*)

Plot3D[ulastx[x1, x2], {x1, -1, 1}, {x2, -1, 1}, BaseStyle -> {14, FontFamily -> "Euclid"}, PlotStyle -> None, AxesLabel -> {"x1", "x2"}]

Gr0 = ContourPlot[Om[x1, x2] = 0, {x1, -1, 1}, {x2, -1, 1}, AspectRatio -> Automatic, ContourStyle -> {Black, Thickness[0.008]}, ContourLabels -> Function[{x1, x2, z}, Text[Framed[z], {x1, x2}, Background -> White]], BaseStyle -> {14, FontFamily -> "Euclid"}, ContourShading -> None, PlotPoints -> 200]

Gru5 = ContourPlot[ulastx[x1, x2], {x1, -1, 1}, {x2, -1, 1}, AspectRatio -> Automatic, ContourStyle -> Thickness[0.008], ContourLabels -> All, Contours -> {0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25}, BaseStyle -> {12, FontFamily -> "Euclid"}, ContourShading -> None, PlotPoints -> 200]

Show[Gr0, Gru5]

```

## ВІДОМІСТЬ АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Позначення	Найменування	Дод. відомості
	Текстові документи	
1	Пояснювальна записка	51 с.
2	Презентаційний матеріал	27 с.
	Інші документи	
3	Роздруківки програм	2 с.
4	Рецензія	2 с.
5	Відгук керівника	1 с.

Змін	Арк.	Номер докум.	Підп.	Дата	Застосування методу двобічних наближень на основі використання функції Гріна до розв'язання еліптичних крайових задач з ізотонними нелінійностями				
<b>Розроб.</b>		Границя Ю.А.			<b>(Тема роботи)</b>  <b>Відомість</b>  <b>атестаційної</b>  <b>роботи</b>			Аркуш	Аркушів
<b>Перевір.</b>		Гевяшев А.Д.							
<b>Н. контр.</b>		Сидоров М.В.				<b>ХНУРЕ</b>			
<b>Затв.</b>		Гевяшев А.Д.				<b>Кафедра ПМ</b>			