Тема розрахунково-графічної роботи РГР- виконання кусочно-лінійної апроксимації.

Завдання для розрахунково-графічної роботи:

1.Побудувати графік функції **y=f(x)** для діапазону зміни аргументу $x_{min} \le x \le x_{max}$. Значення **y=f(x),** x_{min} та x_{max} узяти з таблиці варіантів.Место для уравнения.

2.Визначити другу похідну функції d^2y/dx^2 та побудувати її графік для діапазону зміни аргументу $x_{min} \le x \le x_{max}$.

3.Побудувати графік модулю другої похідної функції $|d^2y/dx^2|$ для діапазону зміни аргументу $x_{min} \le x \le x_{max}$.

4.Проаналізувати графік нелінійної залежності функції **y=f(x)**, з'ясувавши характер опуклості та вгнутості функції по частинам, наявність точок перегинання та наявність точок розриву першого роду другої похідної функції.

5.Обрати початкову точку (або початкові точки) апроксимації для подальших розрахунків, зазначивши її (або їх) на графіках **y=f(x)** та $|d^2y/dx^2|$, визначити абсцису цієї початкової точки x_0^1 (або абсциси початкових точок x_0^1, x_0^2 тощо).

6.По графіку $|d^2y/dx^2|$ обрати напрямок (або напрямки) розрахунків значень $h_i = x_i - x_{i-1}$ $(i=\overline{1,n})$ Место для уравнения. від початкової точки (або від початкових точок) та зазначити його (або їх) на цьому графіку у вигляді стрілок над графіком $|d^2y/dx^2|$.

*P.S.: Значення x_{i-1} - це значення абсциси початкової точки **i-ой** $(i=\overline{0,n-1})$ лінійної частини ламаної лінії, що обчислюється, а значення x_i - це значення абсциси кінцевої точки лінійної частини ламаної лінії, що обчислюється.*

7.Визначити методику розрахунків значень h_i $(i=\overline{1,n})$ та обрати формули для розрахунку значень: $h = \sqrt{8\Delta_{max}f/A_i}$ або $h_i = \sqrt{16\Delta_{max}f/A_i}$, де A_i - максимальне по модулю значення другої похідної на **i-** ій частині ламаної лінії, що розраховується.

*P.S.: Якщо друга похідна функції має точку розриву першого роду, тобто при деякому значенні x_m значення $A_j(x_m) = \infty$, то тоді розрахунок перших значень h_m для перших частин ламаної з правого та з лівого боків від x_m неможливо виконати, використовуючи одну з наведених формул, оскільки при $A_j(x_m) = \infty$ h_m дорівнює **0**. В даному випадку треба використовувати зовсім іншу методику розрахунку перших значень h_m (дивись додаток 1).*

8.Підібрати таке значення похибки $\Delta_{max}f$, при якому в результаті розрахунків h_i $(i=\overline{1,n})$ отримаємо **n=8** або **n=9,** тобто отримаємо апроксимуючу ламану лінію з 8 або з 9 частин. Виконати розрахунок усіх значень h_i $(i=\overline{1,n})$ та здійснити нумерацію вузлів (вершин ламаної лінії), починаючи з номера **0.**

P.S.:Значення h_i $(i=\overline{1,n})$ потрібно округлити до четвертого знаку після коми в менший бік; значення h_i для останньої частини, тобто значення h_n, дозволяється зменшити не більш, ніж на 0.002.

9.Здійснити розрахунок абсцис x_i $(i=\overline{1,n})$ починаючи з x_0, початкових ординат y_i^p $(i=\overline{0,n})$ вузлів апроксимації (вершин ламаної лінії), що належать функції **y=f(x),** та кінцевих ординат y_i^k $(i=\overline{0,n})$, вузлів апроксимації з урахуванням корекції, яку здійснюють для отримання знакозмінної похибки апроксимації.

P.S.:Значення y_i^p $(i=\overline{0,n})$ та y_i^k $(i=\overline{0,n})$ потрібно округлити до четвертого знаку після коми (округлення здійснюється згідно загальних правил округлення).

10.Побудувати графік апроксимуючої функції (ламаної лінії) **y=ф(x),** використовуючи отримані значення x_i $(i=\overline{0,n})$ та y_i^k $(i=\overline{0,n})$

11. Здійснити розрахунок значень кутових коефіцієнтів (значень тангенсів кутів нахилу) $\mathbf{k_i}$ ($\mathbf{i=\overline{1,n}}$) лінійних частин ломаної лінії.

12. Виконати розкладання апроксимуючої функції (ломаної лінії) **y=ϕ(x)** на окремі доданки {лінійні та елементарні нелінійні (лінійні з обмеженням на нульовому рівні)}, починаючи з точки, яка має абсцису $\mathbf{x_0^a}$. Значення $\mathbf{x_0^a}$ узяти з таблиці варіантів.

13. Над кожним елементарним нелінійним доданком зазначити його квадрант (**I, II, III** чи **IV**) та режим {на відкривання **(на В)** чи на закривання **(на З)}**

14. Здійснити розрахунок наступних значень:

- значення $\mathbf{\phi(x_0^a)}$ для першого лінійного доданку;
- значення $\mathbf{b_0 = k_0}$ та $\mathbf{x_0}$ для другого лінійного доданку;
- значень $\mathbf{b_i = k_i - k_{i-1}}$ та $\mathbf{x_{REFi}}$ для кожного елементарного нелінійного доданку.

P.S.: Значення $\boldsymbol{k_i}$ *- це значення кутового коефіцієнту лінійної частини ломаної лінії, що розглядається, а значення* $\boldsymbol{k_{i-1}}$ *– це значення кутового коефіцієнту попередньої лінійної частини відносно тієї, що розглядається.*

Додаток 1: Методика розрахунку перших значень h_j в разі, якщо $A_j(x_j) = \infty$.

1.1 Необхідно між точкою $[\mathbf{x_m, f(x_m)}]$ та точкою $[\mathbf{x_m+h_m, f(x_m+h_m)}]$ провести пряму лінію та записати рівняння для цієї лінії: $\mathbf{y= F(x) = f(x_m) + b_m(x- x_m)}$, де $\mathbf{b_m = \{f(x_m+h_m) - f(x_m)\} / h_m}$.

1.2 Абсолютна похибка інтерполяції розраховується по формулі $\mathbf{\Delta f(x) = f(x)- F(x)}$, а для зазначеної частини ломаної лінії ця формула має наступний вигляд $\mathbf{\Delta f(x) = f(x)- \{f(x_m) + b_m(x- x_m)\}}$. Слід зазначити, що на границях зазначеного інтервалу абсолютна похибка дорівнює нулю, тобто $\mathbf{\Delta f(x_m) = \Delta f(x_m+h_m) = 0}$, а для якогось значення $\mathbf{x_k\{x_m < x_k < x_m+ h_m\}}$ абсолютна похибка інтерполяції має екстремум.

1.3 Визначити першу похідну для $\mathbf{\Delta f(x)}$, тобто $\mathbf{d[\Delta f(x)] / dx}$, та знайти залежність $\mathbf{x_k(h_m)}$ з рівняння $\mathbf{d[\Delta f(x)] / dx = 0}$. Враховуючи, що в нашому випадку $\mathbf{\Delta f(x) = f(x) - \{f(x_m) + b_m(x- x_m)\}}$, отримуємо рівняння $\mathbf{d[\Delta f(x)]/dx = df/dx - b_m = 0}$ або $\mathbf{df/dx = \{f(x_m+h_m) - f(x_m)\} / h_m}$. Таким чином, рівняння для визначення залежності $\mathbf{x_k(h_m)}$ має наступний вигляд:

$$\mathbf{df/dx\ (x_k) = \{f(x_m+h_m) - f(x_m)\} / h_m}.$$

1.4 Знайти максимальне значення абсолютної похибки $\mathbf{\Delta_{max}f = |\Delta f(x_k)| = |f(x_k)- F(x_k)|}$ та отримати залежність $\mathbf{\Delta_{max}f = \Psi(h_m)}$, **з** якої необхідно отримати обернену залежність $\mathbf{h_m= \Psi^{-1}(\Delta_{max}f)}$.

P.S.: Визначення оберненої залежності $\boldsymbol{h_m= \Psi^{-1}(\Delta_{max}f)}$ *може бути достатньо складним, або навіть неможливим. Але, враховуючи те, що значення* $\boldsymbol{\Delta_{max}f}$ *при розрахунках підбирається, то при розрахунку першого інтервалу найпростіше вибрати значення* $\boldsymbol{h_m}$*, потім знайти значення* $\boldsymbol{x_k}$ *та визначити значення* $\boldsymbol{\Delta_{max}f}$*, яке в подальшому використовувати для розрахунків інших* $\boldsymbol{h_i}$

Таблиця варіантів завдань для розрахунково-графічної роботи.

№ п/п	y=f(x) для x ≤ 0	y=f(x) для x ≥ 0	x_{min}	x_{max}	x_0^a
01	$e^{-x}+x-2$	$-(e^{-x}+x)$	-1	+1	x_{max}
02	$-\lg(x+3)$	$-\lg(x+3)$	-2	+2	x_0
03	$\sqrt{-x}$	$-\sqrt{x}$	-1	+1	x_1
04	$\sqrt{(1-\cos x)}$	$-\sqrt{(1-\cos x)}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_2
05	$1/(3+x)$	$1/(3+x)$	-2	+2	x_3
06	$\sqrt{-\sin x}$	$-\sqrt{\sin x}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_4
07	$-\sin(x+\pi/4)$	$-\sin(x+\pi/4)$	$-\pi/4$	$+\pi/4$	x_5
08	$\cos(x+\pi/4)$	$\cos(x+\pi/4)$	$-\pi/4$	$+\pi/4$	x_6
09	$-x-\arcsin x$	$-x-\arcsin x$	-0.2	+0.2	x_{min}
10	$-x^2+\sin x$	$-x^2+\sin x$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_{max}
11	$\sec x-2$	$-\sec x$	$-\pi/3$	$+\pi/3$	x_0
12	$-1/(2+x^2)$	$-1+1/(2+x^2)$	-1	+1	x_1
13	$-(x^2+2x)$	$-(x^2+2x)$	-0.5	+0.5	x_2
14	$\cos(x+\pi/3)$	$\cos(x+\pi/3)$	$-\pi/6$	$+\pi/6$	x_3
15	$-x^2-x^3$	$-x^2-x^3$	-0.5	+0.5	x_4
16	$\arcsin x^2$	$-\arcsin x^2$	-0.5	+0.5	x_5
17	$-(x^2+3x+5)$	$-(x^2+3x+5)$	-1	+1	x_6
18	$\lg(1-x)$	$-\lg(1+x)$	-2	+2	x_{min}
19	x^2	$-x^2$	-1	+1	x_{max}
20	$-\sin x$	$-\sin x$	$-\pi/4$	$+\pi/4$	x_0
21	$-(x+3)^2$	$-(x+3)^2$	-1	+1	x_1
22	$\sqrt[3]{x^2}$	$-\sqrt[3]{x^2}$	-1	+1	x_2
23	e^{-x}	e^{-x}	-2	+2	x_3
24	$\sin x-x$	$\sin x-x$	-1	+1	x_4
25	$\sqrt{\{1-(1+x)^2\}}$	$-\sqrt{\{1-(1-x)^2\}}$	-1	+1	x_5
26	$\ln(x^2+2)$	$-\ln(x^2+2)+2\ln 2$	-1	+1	x_6
27	$-\lvert 2-x^3\rvert$	$-\lvert 2-x^3\rvert$	-1	+1	x_{min}

28	-arcsinx	-arcsinx	-0.5	+0.5	x_{max}
29	-arctgx	-arctgx	-1	+1	x_0
30	-xcosx	-xcosx	-π/4	+π/4	x_1
31	$-\sqrt{\cos x}$	$\sqrt{\cos x} - 2$	-π/2	+π/2	x_2
32	$-xe^{-x}$	$-xe^{-x}$	-0.5	+0.5	x_3
33	xsinx	-xsinx	-π/4	+π/4	x_4
34	-ln(x+3)	-ln(x+3)	-1	+1	x_5
35	$\sin^2 x$	$-\sin^2 x$	-π/2	+π/2	x_6
36	$-x\sqrt{(-x)}$	$-x\sqrt{x}$	-1	+1	x_{min}
37	$1-e^x$	$-1+e^x$	-0.5	+0.5	x_{max}
38	(x–1)ln(x+2)	-(x+1)ln(x+2)	-0.5	+0.5	x_0
39	$-x^3 + 0.5$	$-x^3 + 0.5$	-0.5	+0.5	x_1
40	$-\sqrt[3]{x}$	$-\sqrt[3]{x}$	-1	+1	x_2
41	$\sqrt{(x\sin x)}$	$-\sqrt{(x\sin x)}$	-π/2	+π/2	x_3
42	-x(secx–2)	-xsecx	-π/3	+π/3	x_4
43	-xlg (1-x)	-xlg (1+x)	-2	+2	x_5
44	$-x^5$	$-x^5$	-1	+1	x_6
45	$-e^{-x}\sin x$	$-e^{-x}\sin x$	-π/2	+π/2	x_{min}
46	xarcsinx	-xarcsinx	-0.5	+0.5	x_{max}
47	$e^{-x}\sqrt{-x}$	$-e^{-x}\sqrt{x}$	-1	+1	x_0
48	-tgx	-tgx	-π/4	+π/4	x_1
49	-shx	-shx	-1	+1	x_2
50	$x^3\sin x$	$- x^3\sin x$	-π/2	+π/2	x_3
51	$-x\arcsin x^2$	$-x\arcsin x^2$	-1	+1	x_4
52	$-\cos^2 x$	$\cos^2 x-2$	-π/2	+π/2	x_5
53	$-x(1-e^x)$	$-x(1-e^{-x})$	-0.5	+0.5	x_6
54	-arcshx	-arcshx	-1	+1	x_{min}
55	$-(x^2+2)$	(x^2-2x)	-1	+1	0

56	$\ln(-x+1)$	$\ln(x+1)$	-2	+2	x_0
57	$-(x^2+2x)$	$-2\ln(x+1)$	-1	+1	x_1
58	$2 - \cos^2 x$	$\cos^2 x$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_2
59	$2 - \sqrt{\cos x}$	$\sqrt{\cos x}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_3
60	$1/(1+e^x)$	$1/(1+e^x)$	-1	+1	x_4
61	$-\sin x - x$	$-\sin x - x$	-1	+1	x_5
62	-2^x	-2^x	-1	+1	x_6
63	$-x\sqrt{(-\sin x)}$	$-x\sqrt{\sin x}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_{min}
64	$(1-x)^{-x}$	$(1+x)^{-x}$	-0.5	+0.5	x_{max}
65	$-x^3$	$-x^3$	-1	+1	x_0
66	$x^3\arcsin x$	$- x^3\arcsin x$	-0.5	+0.5	x_1
67	$\lg(x^2+2) - 2\lg 2$	$-\lg(x^2+2)$	-0.5	+0.5	x_2
68	$- e^x$	$- e^x$	-1	+1	x_3
69	$e^{-x+1} - x$	$e^{-x+1} - x$	-1	+1	x_4
70	$-x^2\sin x$	$- x^2\sin x$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_5
71	$x\,\mathrm{tg}\,x$	$-x\,\mathrm{tg}\,x$	$-\pi/4$	$+\pi/4$	x_6
72	$x^2\cos x$	$-x^2\cos x$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_{min}
73	$x^2(e^{-x} – 1)$	$x^2(e^{-x} – 1)$	-1	+1	x_{max}
74	$e^{-x} + x - 1$	$-(e^{-x} + x - 1)$	-1	+1	x_0
75	$-\log_2(x + 3)$	$-\log_2(x + 3)$	-1	+1	x_1
76	$1 + \sqrt{-x}$	$1 - \sqrt{x}$	-1	+1	x_2
77	$1/(2+x)$	$1/(2+x)$	-1	+1	x_3
78	$-\sin(x + \pi/3)$	$-\sin(x + \pi/3)$	$-\pi/3$	$+\pi/3$	x_4
79	$\cos(x + \pi/3)$	$\cos(x + \pi/3)$	$-\pi/3$	$+\pi/3$	x_5
80	$-x^3 - \arcsin x$	$-x^3 - \arcsin x$	-0.2	+0.2	x_6
81	$e^{-x} + x - 2$	$-1 - \sqrt{x}$	-1	+1	x_{min}
82	$1/(4+x)$	$1/(4+x)$	-3	+3	x_{max}
83	$\sqrt{(1-\cos x)}$	$-\sqrt{\sin x}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_0

84	$\cos(x+\pi/4)$	$\sin(x+\pi/4)$	$-\pi/4$	$+\pi/4$	0
85	$1/(2+x)$	$-1 +1/(2+x^2)$	-1	+1	x_2
86	$\sqrt{-\sin x}$	$-\sqrt{\sin x}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_3
87	$-x-\arcsin x$	$-x^2-\arcsin x$	-0.2	+0.2	x_4
88	$\sec x-1$	$-\sec x+1$	$-\pi/3$	$+\pi/3$	x_5
89	$\cos(x+\pi/3)+1$	$\cos(x+\pi/3)+1$	$-\pi/6$	$+\pi/6$	x_6
90	$-\sqrt{\cos x}$	$-x^2+\sin x-1$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_{min}
91	$-(x^2+3x+0.5)$	$-1+1/(2+x^2)$	-1	+1	x_{max}
92	$-x^2-x^3$	$-(x^2 + 2x)$	-0.5	+0.5	x_0
93	$-(x^2 + 2x)$	$-\arcsin x^2$	-0.5	+0.5	x_1
94	$\lg (1-x)+2$	$-(x^2+3x+2)$	-1	+1	0
95	$e^{-x}-1$	$-x^2$	-1	+1	x_3
96	$x^2 +e^{-x}$	$\sqrt[3]{x^2 + 1}$	-1	+1	x_4
97	e^{-x}	e^x	-2	+2	x_5
98	$\sqrt{1-(1 + x)^2}$	$\sin x-x$	-1	+1	x_6
99	$-\lvert 2-x^3 \rvert - \ln 3$	$-\ln(x+3)-2$	-1	+1	x_{min}
100	$-xe^{-x}$	$-\arcsin x$	-0.5	+0.5	x_{max}
101	$-\sqrt{\cos x}$	$-x\sqrt{(-\sin x) + 1}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	0
102	$\sin^2 x$	$\sqrt{x\sin x}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_1
103	$-x^5$	$-x\sqrt{x}$	-1	+1	x_2
104	$-e^x$	$-\mathrm{arctg}x-1$	-1	+1	x_3
105	$x\arcsin x$	$-x\arcsin x$	-0.5	+0.5	x_4
106	$x^3\mathrm{sh}x$	$-x^3\mathrm{sh}x$	-1	+1	x_5
107	$-x(1-e^x)$	$x^3\arcsin x$	-0.5	+0.5	x_6
108	-2^x	-2^x	-1	+1	x_{min}
109	$(1-x)^x$	$1+x(1+x)^{-x}$	-0.5	+0.5	x_{max}
110	$-x\sqrt{-\sin x}$	$-x\sqrt{\sin x}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_0
111	$-1+\sqrt{-x}$	$-(e^{-x} +x)$	-1	+1	x_1

112	$\sqrt{-\sin x}$	$-\sqrt{(1-\cos x)}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_2
113	$-\sin(x+\pi/4)$	$-\cos(x+\pi/4)$	$-\pi/4$	$+\pi/4$	0
114	$1/(2+x^2)$	$1/(2+x)$	-2	+2	x_4
115	$x- \lg(x+3)$	$x- \lg(x+3)$	-2	+2	x_5
116	$x^3\sqrt{-\sin x}$	$-x\sqrt{\sin x}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_6
117	x^2-arcsinx	-x-arcsinx	-0.2	+0.2	x_{min}
118	secx -3	-secx - 1	$-\pi/3$	$+\pi/3$	x_{max}
119	$\cos(x + \pi/3) - 1$	$\cos(x + \pi/3) - 1$	$-\pi/6$	$+\pi/6$	x_0
120	$-x^2 +\sin x-1$	$\sqrt{\cos x} - 2$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_1
121	$-(x^2 +3x)$	$-0.5 +1/(2+x^2)$	-1	+1	x_2
122	$-(x^2 +2x)$	$-x^2 - x^3$	-0.5	+0.5	x_3
123	$-\arcsin x^2$	$-x^2 - x^3$	-0.5	+0.5	x_4
124	$-(x^2 +3x+2)$	$-\lg (1+x) - 2$	-2	+2	x_5
125	$\sqrt[3]{x^2 +1}$	x^2+e^{-x}	-1	+1	x_6
126	$2+e^x$	$2+e^{-x}$	-1	+1	x_{min}
127	$\sin x - x$	$-\sqrt{1- (1-x)^2}$	-1	+1	x_{max}
128	$-\ln(x+3)+1$	$\|1- x^3\| - \ln 3$	-1	+1	x_0
129	-arcsinx	$-xe^{-x}$	-0.5	+0.5	x_1
130	$-x\sqrt{(-\sin x) +1}$	$-\sqrt{\cos x}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	0
131	$\sqrt{(x\sin x)}$	$\sin^2 x$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_3
132	$1/(1+e^x)$	$-x\sqrt{x} + 0.5$	-1	+1	x_4
133	-arctgx-1	$- e^x$	-1	+1	x_5
134	xarcsinx	-xarcsinx	-0.5	+0.5	x_6
135	1-shx	1-shx	-1	+1	x_{min}
136	x^3arcsinx	$-x(1- e^{-x})$	-0.5	+0.5	x_{max}
137	$-x2^x$	$-x2^{-x}$	-1	+1	x_0
138	$(1-x)^x$	$(1+x^2)^{-x}$	-0.5	+0.5	x_1
139	$-x\sqrt{(-\sin x)}$	$-x^2\sqrt{\sin x}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_2

140	-3^x	-2^{-x}	-1	+1	x_3
141	$-2+\sqrt{-x}$	$-(e^{-x}+x+1)$	-1	+1	0
142	$1+\sqrt{-\sin x}$	$1-\sqrt{(1-\cos x)}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_5
143	$x^2-\lg(x+3)$	$x-\lg(x+3)$	-2	+2	x_6
144	$-1/(2+x^2)$	$-1/(2+x)$	-1	+1	x_{min}
145	$x-\lg(x^2+3)$	$x-\lg(x^3+3)$	-2	+2	x_{max}
146	$\sqrt{x}\sin x$	$-\sqrt{\sin x}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_0
147	$-x^3-\arcsin x$	$-x-\arcsin x$	-0.2	+0.2	x_1
148	$\sec x–1.5$	$-\sec x+0.5$	$-\pi/3$	$+\pi/3$	x_2
149	$\cos(x+\pi/3)-0.5x$	$\cos(x+\pi/3)+0.5x$	$-\pi/6$	$+\pi/6$	x_3
150	$-x^2+\sin x$	$\sqrt{\cos x}\ -1$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_4
151	$-(x^2+3x+1)$	$-1.5+1/(2+x^2)$	-1	+1	x_5
152	$-(x^2+2x-1)$	$-x^2-x^3+1$	-0.5	+0.5	x_6
153	$-x^2-x^3$	$-\arcsin x^2$	-0.5	+0.5	x_{min}
154	$\lg(1-x)-3$	$-(x^2+3x+3)$	-1	+1	x_{max}
155	e^{-x}	$1-x^2$	-1	+1	x_0
156	x^2+e^x	$-^3\sqrt{\{x^2+1\}}$	-1	+1	0
157	$-\sqrt{\{1-(1-x)^2\}}$	$\sin x-x$	-1	+1	x_2
158	$^3\sqrt{x^2}-1$	$-\lvert 1–x^5\rvert$	-1	+1	x_3
159	$e^x\sqrt{-x}$	$-\arcsin x$	-0.5	+0.5	x_4
160	$-\sqrt{\cos x}$	$\cos^2 x$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_5
161	$\sqrt{(x\sin x)}$	$\sin^2 x$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_6
162	$e^x\sqrt{-x}$	$-\mathrm{arctg}\,x$	-1	+1	x_{min}
163	$x\arcsin x$	$-x\arcsin x$	-0.5	+0.5	x_{max}
164	$x^2\mathrm{sh}\,x$	$x^2\mathrm{sh}\,x$	-1	+1	x_0
165	$-x^3(1-e^x)$	$-x(1–e^{-x})$	-0.5	+0.5	x_1
166	$-x2^{-x}$	$-x2^x$	-1	+1	x_2
167	$(1+x^2)^{-x}$	$(1+x)^{-x}$	-0.5	+0.5	x_3

168	$-x\sqrt{(-\sin x)}$	$-x\sqrt{\sin^2 x}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_4
169	-4^x	-3^{-x}	-1	+1	x_5
170	-chx	-chx	-1	+1	x_6
171	$-3+\sqrt{-x}$	$-(e^{-x}+x+2)$	-1	+1	0
172	$x+\sqrt{-\sin x}$	$x-\sqrt{(1-\cos x)}$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_{max}
173	x-lg (x+3)	x^2-lg (x+3)	-1	+1	x_0
174	$x-1/(2+x^2)$	$x-1/(2+x)$	-1	+1	x_1
175	$-x^2-x$	$-\arcsin x^2$	-0.5	+0.5	x_2
176	$\sqrt{-\sin x}$	$-\sqrt{x}\sin x$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_3
177	$-x-\arcsin x$	$-x^3-\arcsin x$	-0.2	+0.2	x_4
178	$-x+\sec x-2$	$x-\sec x$	$-\pi/3$	$+\pi/3$	0
179	$-x\cos(x+\pi/3)$	$x\cos(x+\pi/3)$	$-\pi/6$	$+\pi/6$	x_6
180	$-x^2+\sin x+2$	$\sqrt{\cos x}+1$	$-\pi/2$	$+\pi/2$	x_{min}