

Дэлгэрэнгүй таблиц

$$1. \int dx = x + c$$

$$2. \int x^\alpha dx = \frac{x^{\alpha+1}}{\alpha+1} + c, \alpha \neq -1$$

$$3. \int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + c$$

$$4. \int \frac{dx}{x} = \ln|x| + c$$

$$5. \int \cos x dx = \sin x + c$$

$$6. \int \sin x dx = -\cos x + c$$

$$7. \int \frac{dx}{\cos^2 x} = \operatorname{tg} x + c$$

$$8. \int \frac{dx}{\sin^2 x} = -\operatorname{ctg} x + c$$

$$9. \int \frac{dx}{\sin x} = \ln \left| \operatorname{tg} \frac{x}{2} \right| + c$$

$$10. \int \frac{dx}{\cos x} = \ln \left| \operatorname{tg} \left(\frac{x}{2} + \frac{\pi}{2} \right) \right| + c$$

$$11. \int \frac{dx}{\sin x} = \ln \left| \operatorname{tg} \frac{x}{2} \right| + c$$

$$12. \int \frac{dx}{a^2 + x^2} = \begin{cases} \frac{1}{a} \operatorname{arctg} \frac{x}{a} + c \\ -\frac{1}{a} \operatorname{arctg} \frac{x}{a} + c \end{cases}$$

$$13. \int \frac{dx}{x^2 - a^2} = \frac{1}{2a} \ln \left| \frac{x-a}{x+a} \right| + c$$

$$14. \int \frac{dx}{a^2 - x^2} = \frac{1}{2a} \ln \left| \frac{a+x}{a-x} \right| + c$$

$$15. \int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \begin{cases} \operatorname{arcsin} \frac{x}{a} + c \\ -\operatorname{arccos} \frac{x}{a} + c \end{cases}$$

$$16. \int \frac{dx}{\sqrt{x^2 \pm a^2}} = \ln \left| x + \sqrt{x^2 \pm a^2} \right| + c$$

$$17. \int \operatorname{sh} x dx = \operatorname{ch} x + c$$

$$18. \int \operatorname{ch} x dx = \operatorname{sh} x + c$$

$$19. \int \frac{dx}{\operatorname{ch}^2 x} = \operatorname{th} x + c$$

$$20. \int \frac{dx}{\operatorname{sh}^2 x} = -\operatorname{cth} x + c$$

1. Функции, содержащие

1. Функции, содержащие $a + bx$ в целой степени

$$1) \int \frac{dx}{a+bx} = \frac{1}{b} \ln(a+bx) + C.$$

$$2) \int (a+bx)^n dx = \frac{(a+bx)^{n+1}}{b(n+1)} + C, \quad n \neq -1.$$

$$3) \int \frac{x dx}{1+bx} = \frac{1}{b^2} (a+bx - a \ln(a+bx)) + C.$$

$$4) \int \frac{x^2 dx}{a+bx} = \frac{1}{b^2} \left(\frac{1}{2} (a+bx)^2 - 2a(a+bx) + a^2 \ln(a+bx) \right) + C.$$

$$5) \int \frac{dx}{x(a+bx)} = -\frac{1}{a} \ln \frac{a+bx}{x} + C.$$

$$6) \int \frac{dx}{x^2(a+bx)} = -\frac{1}{ax} + \frac{b}{a^2} \ln \frac{a+bx}{x} + C.$$

$$7) \int \frac{x dx}{(a+bx)^2} = \frac{1}{b^2} \left(\ln(a+bx) + \frac{a}{a+bx} \right) + C.$$

$$8) \int \frac{x^2 dx}{(a+bx)^2} = \frac{1}{b^2} \left(a+bx - 2a \ln(a+bx) - \frac{a^2}{a+bx} \right) + C.$$

$$9) \int \frac{dx}{x(a+bx)^2} = \frac{1}{a(a+bx)} - \frac{1}{a^2} \ln \frac{a+bx}{x} + C.$$

$$10) \int \frac{x dx}{(a+bx)^3} = \frac{1}{b^2} \left(-\frac{1}{a+bx} + \frac{a}{2(a+bx)^2} \right) + C.$$

2. Функции, содержащие

2. Функции, содержащие $a^2 + x^2$, $a^2 - x^2$, $a + bx^2$

$$11) \int \frac{dx}{1+x^2} = \operatorname{arctg} x + C. \quad 12) \int \frac{dx}{a^2+x^2} = \frac{1}{a} \operatorname{arctg} \frac{x}{a} + C.$$

$$13) \int \frac{dx}{a^2-x^2} = \frac{1}{2a} \ln \frac{a+x}{a-x} + C$$

или

$$14) \int \frac{dx}{a^2-x^2} = \frac{1}{2a} \ln \frac{x+a}{x-a} + C.$$

$$15) \int \frac{dx}{a+bx^2} = \frac{1}{\sqrt{ab}} \operatorname{arctg} \left(x \sqrt{\frac{b}{a}} \right) + C \text{ при } a > 0 \text{ и } b > 0.$$

Если a и b отрицательны, то знак $-$ выносится за интеграл, а если a и b разных знаков, то пользуются № 16.

$$16) \int \frac{dx}{a-bx^2} = \frac{1}{2\sqrt{ab}} \ln \frac{\sqrt{a}+x\sqrt{b}}{\sqrt{a}-x\sqrt{b}} + C.$$

$$17) \int \frac{x dx}{a+bx^2} = \frac{1}{2b} \ln \left(x^2 + \frac{a}{b} \right) + C.$$

$$18) \int \frac{x^2 dx}{a+bx^2} = \frac{x}{b} - \frac{a}{b} \int \frac{dx}{a+bx^2},$$

далее см. № 15 или № 16.

$$19) \int \frac{dx}{x(a+bx^2)} = \frac{1}{2a} \ln \frac{x^2}{a+bx^2} + C.$$

$$20) \int \frac{dx}{x^2(a+bx^2)} = -\frac{1}{ax} - \frac{b}{a} \int \frac{dx}{a+bx^2},$$

далее см. № 15 или № 16.

$$21) \int \frac{dx}{(a+bx^2)^2} = \frac{x}{2a(a+bx^2)} + \frac{1}{2a} \int \frac{dx}{a+bx^2},$$

далее см. № 15 или № 16.

3. Функции, содержащие иррациональность вида

$$22) \int \sqrt{a+bx} \, dx = \frac{2}{3b} \sqrt{(a+bx)^3} + C.$$

$$23) \int x \sqrt{a+bx} \, dx = -\frac{2(2a-3bx)\sqrt{(a+bx)^3}}{15b^2} + C.$$

$$24) \int x^2 \sqrt{a+bx} \, dx = \frac{2(8a^2-12abx+3b^2x^2)\sqrt{(a+bx)^3}}{105b^3} + C$$

$$25) \int \frac{x \, dx}{\sqrt{a+bx}} = -\frac{2(2a-bx)}{3b^2} \sqrt{a+bx} + C.$$

$$26) \int \frac{x^2 \, dx}{\sqrt{a+bx}} = \frac{2(8a^2-4abx+3b^2x^2)}{15b^3} \sqrt{a+bx} + C.$$

$$27) \int \frac{dx}{x\sqrt{a+bx}} = \frac{1}{\sqrt{a}} \ln \frac{\sqrt{a+bx}-\sqrt{a}}{\sqrt{a+bx}+\sqrt{a}} + C \text{ при } a > 0.$$

$$28) \int \frac{dx}{x\sqrt{a+bx}} = \frac{2}{\sqrt{-a}} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{a+bx}{-a}} + C \text{ при } a < 0.$$

$$29) \int \frac{dx}{x^2\sqrt{a+bx}} = \frac{-\sqrt{a+bx}}{ax} - \frac{b}{2a} \int \frac{dx}{x\sqrt{a+bx}},$$

далее см. № 27 или № 28.

$$30) \int \frac{\sqrt{a+bx} \, dx}{x} = 2\sqrt{a+bx} + a \int \frac{dx}{x\sqrt{a+bx}},$$

далее см. № 27 или № 28.

4. Функции, содержащие иррациональность вида

$$31) \int \sqrt{x^2 + a^2} dx = \frac{x}{2} \sqrt{x^2 + a^2} + \frac{a^2}{2} \ln(x + \sqrt{x^2 + a^2}) + C.$$

$$32) \int \sqrt{(x^2 + a^2)^3} dx = \frac{x}{8} (2x^2 + 5a^2) \sqrt{x^2 + a^2} + \frac{3a^4}{8} \ln(x + \sqrt{x^2 + a^2}) + C.$$

$$33) \int x \sqrt{x^2 + a^2} dx = \frac{\sqrt{(x^2 + a^2)^3}}{3} + C.$$

$$34) \int x^2 \sqrt{x^2 + a^2} dx = \frac{x}{8} (2x^2 + a^2) \sqrt{x^2 + a^2} - \frac{a^4}{8} \ln(x + \sqrt{x^2 + a^2}) + C.$$

$$35) \int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \ln(x + \sqrt{x^2 + a^2}) + C.$$

$$36) \int \frac{dx}{\sqrt{(x^2 + a^2)^3}} = \frac{x}{a^2 \sqrt{x^2 + a^2}} + C.$$

$$37) \int \frac{x dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \sqrt{x^2 + a^2} + C.$$

$$38) \int \frac{x^2 dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \frac{x}{2} \sqrt{x^2 + a^2} - \frac{a^2}{2} \ln(x + \sqrt{x^2 + a^2}) + C.$$

$$39) \int \frac{x^2 dx}{\sqrt{(x^2 + a^2)^3}} = -\frac{x}{\sqrt{x^2 + a^2}} + \ln(x + \sqrt{x^2 + a^2}) + C.$$

$$40) \int \frac{dx}{x\sqrt{x^2 + a^2}} = \frac{1}{a} \ln \frac{x}{a + \sqrt{x^2 + a^2}} + C.$$

$$41) \int \frac{dx}{x^2 \sqrt{x^2 + a^2}} = -\frac{\sqrt{x^2 + a^2}}{a^2 x} + C.$$

$$42) \int \frac{dx}{x^3 \sqrt{x^2 + a^2}} = -\frac{\sqrt{x^2 + a^2}}{2a^2 x^2} + \frac{1}{2a^3} \ln \frac{a + \sqrt{x^2 + a^2}}{x} + C.$$

$$43) \int \frac{\sqrt{x^2 + a^2} dx}{x} = \sqrt{x^2 + a^2} - a \ln \frac{a + \sqrt{x^2 + a^2}}{x} + C.$$

$$44) \int \frac{\sqrt{x^2 + a^2} dx}{x^2} = -\frac{\sqrt{x^2 + a^2}}{x} + \ln(x + \sqrt{x^2 + a^2}) + C.$$

5. Функции, содержащие иррациональность вида

$$45) \int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = \arcsin x + C. \quad 46) \int \frac{dx}{\sqrt{a^2-x^2}} = \arcsin \frac{x}{a} + C.$$

$$47) \int \frac{dx}{\sqrt{(a^2-x^2)^3}} = \frac{x}{a^2\sqrt{a^2-x^2}} + C.$$

$$48) \int \frac{x dx}{\sqrt{a^2-x^2}} = -\sqrt{a^2-x^2} + C.$$

$$49) \int \frac{x dx}{\sqrt{(a^2-x^2)^3}} = \frac{1}{\sqrt{a^2-x^2}} + C.$$

$$50) \int \frac{x^2 dx}{\sqrt{a^2-x^2}} = -\frac{x}{2}\sqrt{a^2-x^2} + \frac{a^2}{2}\arcsin \frac{x}{a} + C.$$

$$51) \int \sqrt{a^2-x^2} dx = \frac{x}{2}\sqrt{a^2-x^2} + \frac{a^2}{2}\arcsin \frac{x}{a} + C.$$

$$52) \int \sqrt{(a^2-x^2)^3} dx = \frac{x}{8}(5a^2-2x^2)\sqrt{a^2-x^2} + \frac{3a^4}{8}\arcsin \frac{x}{a} + C.$$

$$53) \int x\sqrt{a^2-x^2} dx = -\frac{\sqrt{(a^2-x^2)^3}}{3} + C.$$

$$54) \int x\sqrt{(a^2-x^2)^3} dx = -\frac{\sqrt{(a^2-x^2)^5}}{5} + C.$$

$$55) \int x^2\sqrt{a^2-x^2} dx = \frac{x}{8}(2x^2-a^2)\sqrt{a^2-x^2} + \frac{a^4}{8}\arcsin \frac{x}{a} + C.$$

$$56) \int \frac{x^2 dx}{\sqrt{(a^2-x^2)^3}} = \frac{x}{\sqrt{a^2-x^2}} - \arcsin \frac{x}{a} + C.$$

$$57) \int \frac{dx}{x\sqrt{a^2-x^2}} = \frac{1}{a} \ln \frac{x}{a + \sqrt{a^2-x^2}} + C.$$

$$58) \int \frac{dx}{x^2\sqrt{a^2-x^2}} = -\frac{\sqrt{a^2-x^2}}{a^2x} + C.$$

$$59) \int \frac{dx}{x^3\sqrt{a^2-x^2}} = -\frac{\sqrt{a^2-x^2}}{2a^2x^2} + \frac{1}{2a^3} \ln \frac{x}{a + \sqrt{a^2-x^2}} + C.$$

$$60) \int \frac{\sqrt{a^2-x^2}}{x} dx = \sqrt{a^2-x^2} - a \ln \frac{a + \sqrt{a^2-x^2}}{x} + C.$$

$$61) \int \frac{\sqrt{a^2-x^2}}{x^2} dx = -\frac{\sqrt{a^2-x^2}}{x} - \arcsin \frac{x}{a} + C.$$

6. Функции, содержащие иррациональность вида

$$62) \int \frac{dx}{\sqrt{x^2 - a^2}} = \ln(x + \sqrt{x^2 - a^2}) + C.$$

$$63) \int \frac{dx}{\sqrt{(x^2 - a^2)^3}} = -\frac{x}{a^2 \sqrt{x^2 - a^2}} + C.$$

$$64) \int \frac{x dx}{\sqrt{x^2 - a^2}} = \sqrt{x^2 - a^2} + C.$$

$$65) \int \sqrt{x^2 - a^2} dx = \frac{x}{2} \sqrt{x^2 - a^2} - \frac{a^2}{2} \ln(x + \sqrt{x^2 - a^2}) + C.$$

$$66) \int \sqrt{(x^2 - a^2)^3} dx = \frac{x}{8} (2x^2 - 5a^2) \sqrt{x^2 - a^2} + \\ + \frac{3a^4}{8} \ln(x + \sqrt{x^2 - a^2}) + C.$$

$$67) \int x \sqrt{x^2 - a^2} dx = \frac{\sqrt{(x^2 - a^2)^3}}{3} + C.$$

$$68) \int x \sqrt{(x^2 - a^2)^3} dx = \frac{\sqrt{(x^2 - a^2)^5}}{5} + C.$$

$$69) \int x^2 \sqrt{x^2 - a^2} dx = \frac{x}{8} (2x^2 - a^2) \sqrt{x^2 - a^2} - \\ - \frac{a^4}{8} \ln(x + \sqrt{x^2 - a^2}) + C.$$

$$70) \int \frac{x^2 dx}{\sqrt{x^2 - a^2}} = \frac{x}{2} \sqrt{x^2 - a^2} + \frac{a^2}{2} \ln(x + \sqrt{x^2 - a^2}) + C.$$

$$71) \int \frac{x^2 dx}{\sqrt{(x^2 - a^2)^3}} = -\frac{x}{\sqrt{x^2 - a^2}} + \ln(x + \sqrt{x^2 - a^2}) + C.$$

$$72) \int \frac{dx}{x\sqrt{x^2 - 1}} = \operatorname{arcsec} x + C.$$

$$73) \int \frac{dx}{x\sqrt{x^2 - a^2}} = \frac{1}{a} \operatorname{arsec} \frac{x}{a} + C.$$

$$74) \int \frac{dx}{x^2 \sqrt{x^2 - a^2}} = \frac{\sqrt{x^2 - a^2}}{a^2 x} + C.$$

$$75) \int \frac{dx}{x^3 \sqrt{x^2 - a^2}} = \frac{\sqrt{x^2 - a^2}}{2a^2 x^2} + \frac{1}{2a^3} \operatorname{arcsec} \frac{x}{a} + C.$$

$$76) \int \frac{\sqrt{x^2 - a^2} dx}{x} = \sqrt{x^2 - a^2} - a \arccos \frac{a}{x} + C.$$

$$77) \int \frac{\sqrt{x^2 - a^2} dx}{x^2} = -\frac{\sqrt{x^2 - a^2}}{x} + \ln(x + \sqrt{x^2 - a^2}) + C.$$

7. Функции, содержащие иррациональность вида

7. Функции, содержащие $\sqrt{2ax - x^2}$, $\sqrt{2ax + x^2}$

Функция, содержащая $\sqrt{2ax - x^2}$, интегрируется подстановкой $t = x - a$. Тогда $\sqrt{2ax - x^2}$ получит вид $\sqrt{a^2 - t^2}$, и интеграл находят в группе 5 этой таблицы. Если его в таблице нет, то стараются привести его к виду, имеющемуся в таблице.

То же можно сказать и о функции, содержащей выражение $\sqrt{2ax + x^2}$. В этом случае подстановка $t = x + a$ приводит радикал к виду $\sqrt{t^2 - a^2}$ (группа 6 этой таблицы).

reshim.su

8. Функции, содержащие

8. Функции, содержащие $a + bx + cx^2$ ($c > 0$)

$$78) \int \frac{dx}{a + bx + cx^2} =$$

$$= \begin{cases} \frac{2}{\sqrt{4ac - b^2}} \operatorname{arctg} \frac{2cx + b}{\sqrt{4ac - b^2}} + C, & \text{если } b^2 < 4ac. \\ \frac{1}{\sqrt{b^2 - 4ac}} \ln \frac{2cx + b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2cx + b + \sqrt{b^2 - 4ac}} + C, & \text{если } b^2 > 4ac. \end{cases}$$

$$79) \int \frac{dx}{\sqrt{a + bx + cx^2}} = \frac{1}{\sqrt{c}} \ln (2cx + b + 2\sqrt{c} \sqrt{a + bx + cx^2}) + C.$$

$$80) \int \sqrt{a + bx + cx^2} dx = \frac{2cx + b}{4c} \sqrt{a + bx + cx^2} - \frac{b^2 - 4ac}{8\sqrt{c^3}} \ln (2cx + b + 2\sqrt{c} \sqrt{a + bx + cx^2}) + C.$$

reshim.su

9. Функции, содержащие

9. Функции, содержащие $a + bx - cx^2$ ($c > 0$)

$$82) \int \frac{dx}{a + bx - cx^2} = \frac{1}{\sqrt{b^2 + 4ac}} \ln \frac{\sqrt{b^2 + 4ac} + 2cx - b}{\sqrt{b^2 + 4ac} - 2cx + b} + C.$$

$$83) \int \frac{dx}{\sqrt{a + bx - cx^2}} = \frac{1}{\sqrt{c}} \arcsin \frac{2cx - b}{\sqrt{b^2 + 4ac}} + C.$$

$$84) \int \sqrt{a + bx - cx^2} dx = \frac{2cx - b}{4c} \sqrt{a + bx - cx^2} + \\ + \frac{b^2 + 4ac}{8\sqrt{c^3}} \arcsin \frac{2cx - b}{\sqrt{b^2 + 4ac}} + C.$$

$$85) \int \frac{x dx}{\sqrt{a + bx - cx^2}} = \\ = -\frac{\sqrt{a + bx - cx^2}}{c} + \frac{b}{2\sqrt{c^3}} \arcsin \frac{2cx - b}{\sqrt{b^2 + 4ac}} + C.$$

reshim.su

10, Другие алгебраические функции

10. Другие алгебраические функции

$$86) \int \sqrt{\frac{a+x}{b+x}} dx = \\ = \sqrt{(a+x)(b+x)} + (a-b) \ln(\sqrt{a+x} + \sqrt{b+x}) + C.$$

$$87) \int \sqrt{\frac{a-x}{b+x}} dx = \sqrt{(a-x)(b+x)} + (a+b) \arcsin \sqrt{\frac{x+b}{a+b}} + C.$$

$$88) \int \sqrt{\frac{a+x}{b-x}} dx = -\sqrt{(a+x)(b-x)} - (a+b) \arcsin \sqrt{\frac{b-x}{a+b}} + C.$$

$$89) \int \sqrt{\frac{1+x}{1-x}} dx = -\sqrt{1-x^2} + \arcsin x + C.$$

$$90) \int \frac{dx}{\sqrt{(x-a)(b-x)}} = 2 \arcsin \sqrt{\frac{x-a}{b-a}} + C.$$

reshim.su

11. Показательные и тригонометрические функции

$$91) \int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + C.$$

$$92) \int e^x dx = e^x + C.$$

$$93) \int e^{ax} dx = \frac{e^{ax}}{a} + C.$$

$$94) \int \sin x dx = -\cos x + C.$$

$$95) \int \cos x dx = \sin x + C.$$

$$96) \int \operatorname{tg} x dx = -\ln |\cos x| + C.$$

$$97) \int \operatorname{ctg} x dx = \ln |\sin x| + C.$$

$$98) \int \sec x dx = \ln |\sec x + \operatorname{tg} x| + C = \ln \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{x}{2} \right) + C.$$

$$99) \int \operatorname{cosec} x dx = \ln |\operatorname{cosec} x - \operatorname{ctg} x| + C = \ln \operatorname{tg} \frac{x}{2} + C.$$

$$100) \int \sec^2 x dx = \operatorname{tg} x + C.$$

$$101) \int \operatorname{cosec}^2 x dx = -\operatorname{ctg} x + C.$$

$$102) \int \sec x \operatorname{tg} x dx = \sec x + C.$$

$$103) \int \operatorname{cosec} x \operatorname{ctg} x dx = -\operatorname{cosec} x + C.$$

$$104) \int \sin^2 x dx = \frac{x}{2} - \frac{1}{4} \sin 2x + C.$$

$$105) \int \cos^2 x dx = \frac{x}{2} + \frac{1}{4} \sin 2x + C.$$

$$106) \int \sin^n x dx = -\frac{\sin^{n-1} x \cos x}{n} + \frac{n-1}{n} \int \sin^{n-2} x dx.$$

Эта формула применяется несколько раз, пока не приведет к интегралу $\int \sin x dx$ или $\int \sin^2 x dx$ (в зависимости от того, четное или нечетное n), см. № 94 и № 104.

$$107) \int \cos^n x dx = \frac{\cos^{n-1} x \sin x}{n} + \frac{n-1}{n} \int \cos^{n-2} x dx$$

(см. замечание к предыдущему интегралу и № 95 и № 105).

$$108) \int \frac{dx}{\sin^n x} = -\frac{1}{n-1} \cdot \frac{\cos x}{\sin^{n-1} x} + \frac{n-2}{n-1} \int \frac{dx}{\sin^{n-2} x}.$$

Применяется несколько раз, пока не приведет к интегралу $\int dx$, если n — четное, или к интегралу $\int \frac{dx}{\sin x}$, если n — нечетное (см. № 99).

$$109) \int \frac{dx}{\cos^n x} = \frac{1}{n-1} \cdot \frac{\sin x}{\cos^{n-1} x} + \frac{n-2}{n-1} \int \frac{dx}{\cos^{n-2} x}$$

12. Логарифмические функции

12. Логарифмические функции

Даются функции, содержащие только натуральный логарифм. Если требуется найти интеграл от функции, содержащей логарифм при другом основании, то предварительно переводят его в натуральный по формуле $\log_a x = \frac{\ln x}{\ln a}$, а затем пользуются таблицей.

$$143) \int \ln x \, dx = x \ln x - x + C.$$

$$144) \int \frac{dx}{x \ln x} = \ln(\ln x) + C.$$

$$145) \int x^n \ln x \, dx = x^{n+1} \left(\frac{\ln x}{n+1} - \frac{1}{(n+1)^2} \right) + C.$$

$$146) \int \ln^n x \, dx = x \ln^n x - n \int \ln^{n-1} x \, dx.$$

Формула применяется до тех пор, пока не получится интеграл $\int \ln x \, dx$, который берется по формуле № 143.

$$147) \int x^m \ln^n x \, dx = \frac{x^{m+1}}{m+1} \ln^n x - \frac{n}{m+1} \int x^m \ln^{n-1} x \, dx.$$

Формула применяется до тех пор, пока не приведет к интегралу № 145.