

????????

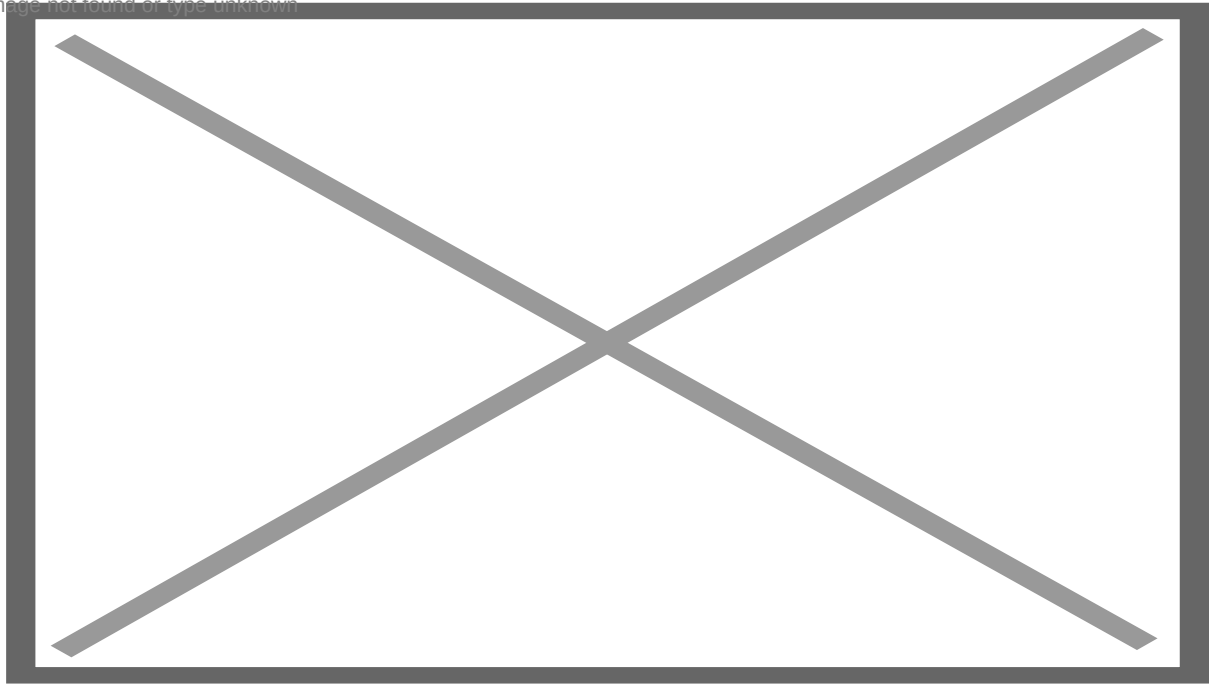
?? ?? ?? ??? ??? ? ???? ? ?????????? ??????????
?????????? ??????, ???????? ????? ???????.

?.?. ????

????????? ????????????? ? ?????????????? ?????????? ???????? ? ?????????? ? ?????????? ???
????????????, ???????? ? ???????? – ??????-????????????????????????? ???????, ??????????, ??????
????? ?????????? ?????? ?????????????????? ??????????????: ?????????????? ??????????-?????,
????????????????? ? ?., ???????? ? ?????????????????????? ?????? ??????. ?????????? ??????????????
????????????????? ?????????????? ?????????????????? ?????????? ?????????? ?? ?????? ??????????,
????????? ?????????????? ?? ?????????????? ?????????????? ?? ? ?????? ? ?????????????????? ?
????????????????????? (?????????????????). ??????? ??? ? ?????????? ?????? ? ??????????????
?????????, ??? ? ?????????????????? ?????, ??? ???. ? ?????? ?????????? ?????????? ??????????
????????????????????????, ?????????? ??????, ?????????????? ?????????? ?????? ? ??. ? ?????????? ??? ?
????????????? ? ? ?????????? ??, ?? ?????????? ?????????? ?????????????? (?????????????) ?? ?? ????????? ?
????????????????????? ?????????? ??????????, ??????????, ??? ? ?. ?????? ?????????? ?????? ???
????????? ? ?????????????? ?????????????? ??????. ?????? ? ?????????????? ?????????????? ??????????, ??????
????????????? ?????????????????????, ?????????? ?????? ? ?????????????? ??????, ?????????????? ??????
?????????. ??? ?????????????????? ?????????????, ?? ?? ?????????? ?????????????? ? ?????? ?????????? ?-
?? ?????????? ?????????????????? ?????????????? (????????? ? ?????????? ?????????????????????? ?????????? (??? ?
????? ?????????????? ?????????????? ??????????) ?, ?? ??????????, ? ?????????????????????? ??????????
????????????????????? ??????. ?? ?????? ? ?????????? ?????????????????? ? ?????? ??????????????????????
????????????????????? ??????, ?????????? ??????? ??? ? ?????????? ?? ?? ?????????????????? ??????????
????????????????? [1-3].

?????????? ? ??????

?? ?????????????????? ?????????????????????????????? ?????????? ?????????? (????????????????? ??????????????)
????????????? ?????????????? ?????????????????? ?????? ? ?????????? ?????????? ?????????? (???) ??????????
?????. ?? ??? ? ?????????? ?????????? ?????????????? ?????????? ?????? ?????????????????????? ??????
(????????????? ??????), ?????????? ?? ?????? ??????????. ?????? ??????????????
????????????????????????? ?????????? ?????????? ?????????????? ?????? ? ?????????? ?? ? ???
(???. 1).

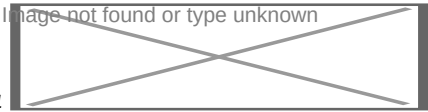


???. 1.????? ?????????? ???????? ? ?????????? ??????????, ? ??? ? ?????????? ????????
????????????????? ?????????????????? ????

?? ?????????????? ?????????????????? ????, ???????? ???????? ?????? ??????????, ?????????? ??????????
????????????? ?????? (? ?????????????????? ??????????) ?????? ??? ? ?????????? ?????????? (?????????????)
??????? ??????. ?????? ?????????????????????? ?????????? ?????? ?????? ?????????????? ??? [7], ??????????
????????????? ? ?????????????????????? ?????????? ??????. ? ?????? ?????????????????? ?????????????? ??????????????
????????????????????? ?????????????? ??????????. ? ?????? ?????????, ??-?? ?????????????????? ??????????????
????????????? ?????????????????? ? ?????????????? ?????????? ?????????????? ?????????-????????? ?????????????????? [4].
??? ?????????? ? ?????????? ?????????????????? ?????????????????????? ?????????????????????? ?????? ? ??????????????
????????????????? ?????? ????. ? ???????? ?????????, ?????? ?????????????? ?????????? ?????????? ? ??????????????
??? (????????????? ?????????, ?????????????? ?? ?????????????????? ?????????????????????? ??????????????), ??????????
????????? ?????????????????? ?????????? ?????????????, ??? ?????????????? ?????????? ?????????? ??? ??????????
????????????????? ?????????? ?? ??, ???????? ?????? ? ?????????????????????? ??????????. ??? ?????????? ??????????????
????????????????? ?????, ?.. ?????????????????????? ?????????? (???), ?????????????????????? ?????????? ??? ???
?????????????, ?????? ?????? ??? ?? ?????????????? ? ?????????? ?????????? ?????, ??? ?????????? ??????????.?
?????, ?????????????? ?????????????? ?????????????? ?????? ?????????????? ?????????? ?????? ?????????????????????, ??
????? ?????? ?????? ?????????????????????? ?????????? ? ??? [1,11], ??? ?????? ?????????? ?????? ???????.
?????? ?????? ?????????????? ?????????????? $\mathbb{Z}_2$?? ???, ?????????? ?????????? ?????????????? ??? ?????????????????? ???.
?????? ?????? ?? ?????????????????? ?????????????? ?????? ?????????????????? ?????????? [6], ?..?????????????
????????????????? ?????????? ?????????? ???, ??? ?????? ?????????? ? ?????????? ?????????????????? ??? ??????????????
????????????????? [12,13] ? ?????????? ?????????????????????? ??????, ? ?????? ?????? ? ?????????????? ??????
????????????? ?????????????? ?? ?????? ?????????????? ????. ?????? ?????????, ?????? ?????????????????????? ?????? ???
?????? ?????????? ?????????????????? ? ?????????? ?????????? ?????????? ??????, ??? ?? ?????????? ?????????? ? ???

?????????? (?????????????). ??? ?????????????? ??? ?????? ??????? ?????????????? ?????? ? ???, ?????????? ?????? ???, ?????? ?????????????? ? ?????????????????????? ?????????????? ??????????.

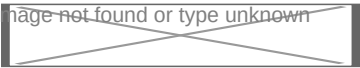
? ??????? [7] ?????? ?????????? ?????????? ?????????????????? ?????????? ?????????? ?????????? Q ?????????????????????? ?????????? ??? ?????????? ?????????????? ??????????.



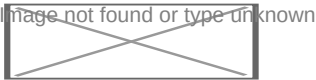
$Q_{max}=34?R_{22}?R_{22}?P?(1-R_1R_2)^3????9+4?2??4$

? ??????? ??????

$??A=?P$ , $?Up_2=A?R_2$ , $U=?R_2A=34?1????9+4?2??4$



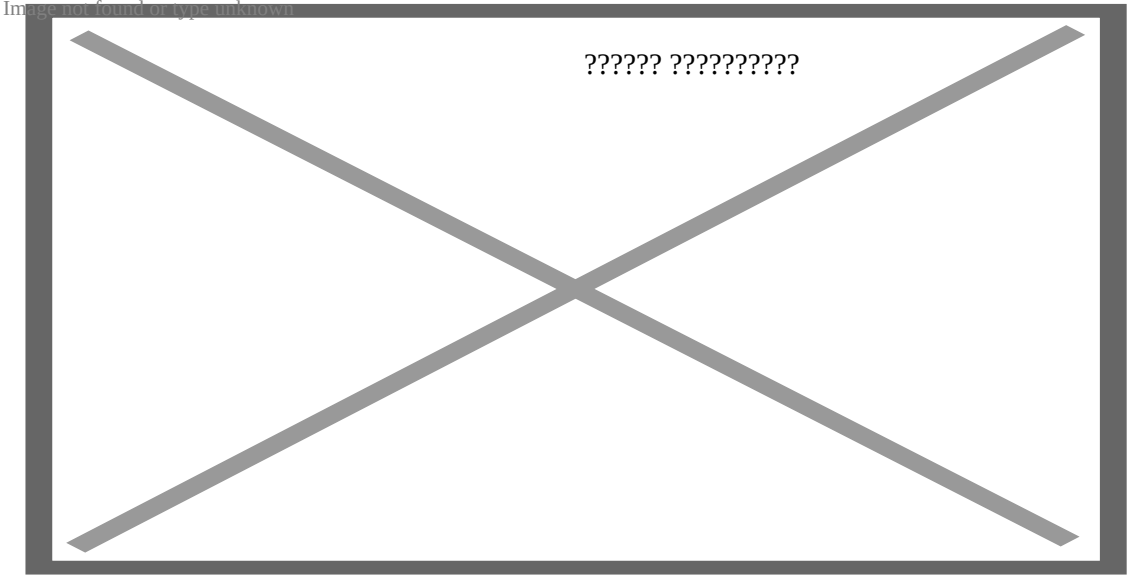
?????



$Q=A?R?\Delta R_3??Pl$

??? ?????????? ??????? *l*.

???????????? ?????? ??? ??? ?????????????????????? ?????????????????? ? ?????????? ?????????????????? [1], ?????????? ?????? ?????????? ??? ?????????????? ?? ?????????? ?????????? ? ?? ?????????? ? ?????????? ??????????????????????????????????(???.2).



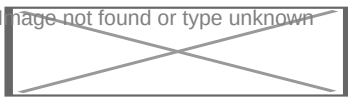
???.2.????????????????????? ?????????????????? ?????????????????? ?? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????????????? ??????????

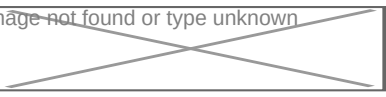
??? 0 ? k, ? ? 1, ?=?

??? k – ????? ????? ?????????? ?????????? ?????????;

? · ΔR – ????? ????????? ?????????????? ?? ????? ????????????? ??????????;

?????

$Q_1 = A?R?\Delta R_3?P_2 - P(1-k)l$ 

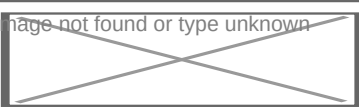
$Q_2 = A?R?\Delta R_3??3P - P_1kl$ 

? ????? ?????????????? ???????

$Q_1 = Q_2$

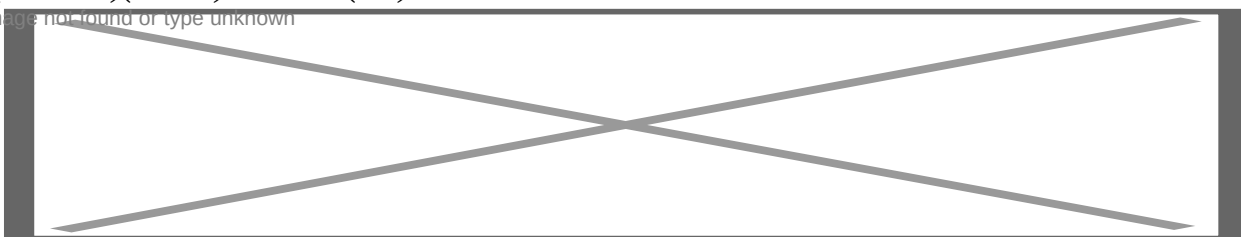
? ?? ????????? ?????????? ????????? ??????? ?? ????? ?????????????

$A?R?\Delta R_3?P_2 - P(1-k)l = A?R?\Delta R_3??3P - P_1kl?P_2 - Pk = P - P_1?31 - k?$


 $P = P_2k + ?31 - kP_1k + ?31 - k.$ 

????? ?????????????? ?????? $Q_1 /$?????????? Q

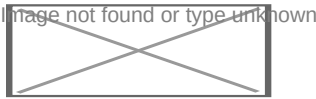
$Q_1Q = P_2 - P(1-k)lA?R?\Delta R_3A?R?\Delta R_3lP_2 - P_1 = P_2 - kP_2 + ?31 - kP_1k + ?31 - k1 - k(P_2 - P_1) = kP_2 + ?31 - kP_2 - P_1 - kP_21 -$
 $k(k + ?31 - k)(P_2 - P_1) = ?3k + ?3(1 - k)$



??? ????????? ????????????? ??????? ????????? (???), ????????????????? ?????? ??????? ?????????
????????????????? ??????????. ? ????????????? ?????????????????, ?????????? ?????????? ? ???????
????????????????????? ?????? ?? ?????? ?????????????? ??????? ????????????????? ? ?????????? ?????????????
????????????????????? ??????, ? ?? ?? ?????? ??? ?????????????????????????????? ?????????????? [8]. ??? ???????
????????????????? ?????????????? k  ?????????????? ?????????????????? (??? 2 ???????), ??? ?????? k  ?????????? ??
 k ' = $(73/192)k$, ??????? ?? ?????????????????? ?????????? ?????? l , ????????? $(klA?R?\Delta R_3?3$ )

????? ??? ??????????2 ?????????? k=0,04 (4%), ??? 5 ?????????? k=0,10 (10%),??? 10
????????? k=0,20 (20%), ??? 20 ?????????? k=0,40 (40%).

? ???????? 1 ?????????????? ???????????? ?????????????? ???????? ????????? ?? ????????? ??????????????????
??? ?????????????????????? ?????????, ? ???????? ?????????????????? ????????? [7], ???



$Q1Q = ?3k + ?3(1-k)$

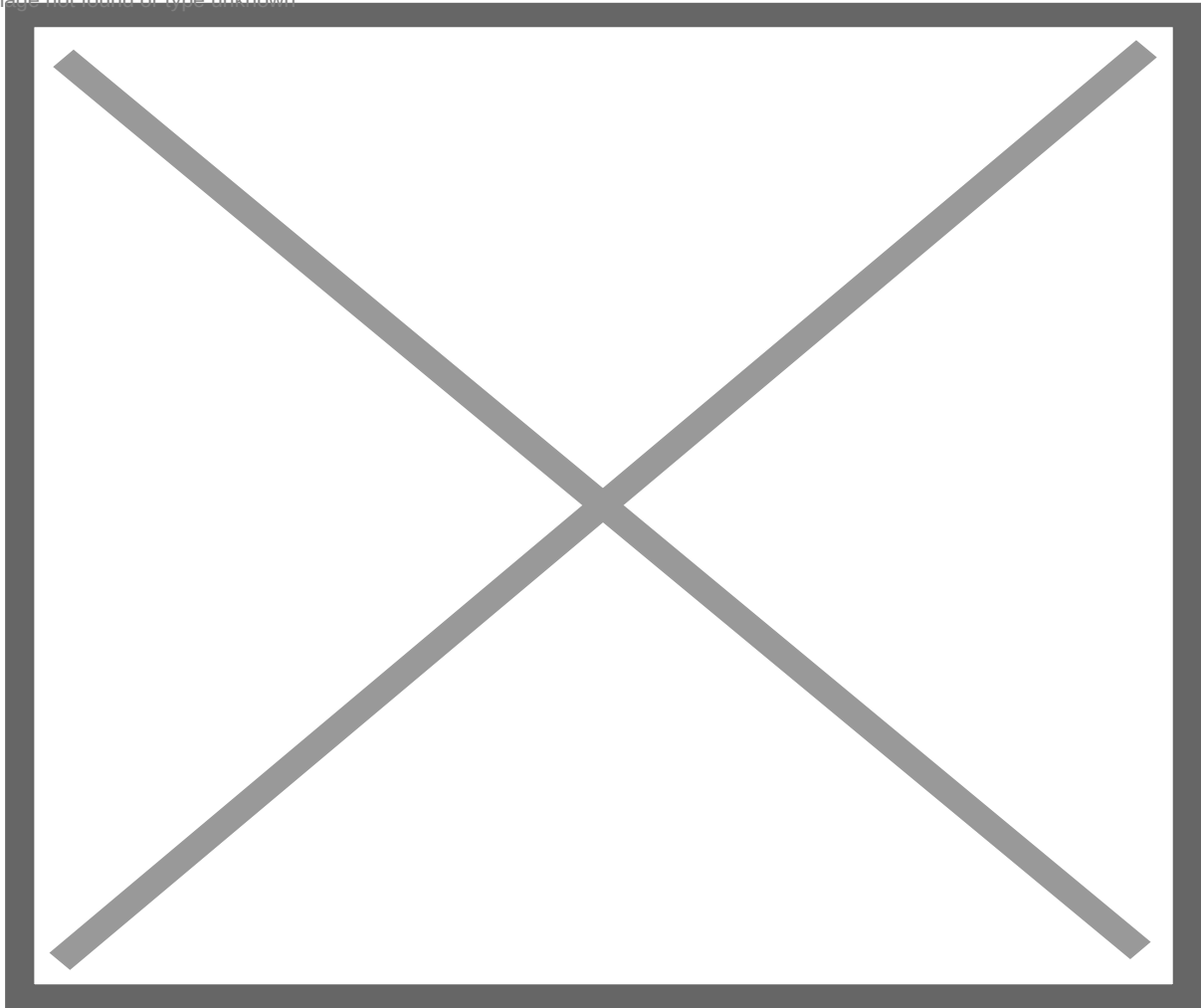
???????? 1

????????????? ???????? ?????????? ?? ?????????? ?????????????????? ??? ?????????????????????? ??????????

????????????? ?????????? ????????? ??????????????????  , ???.??.	????????????? 2 ?????????? ????????????? ?????? ? ?????????????, ???.??.	????????? ???????? Q1/Q %, %.	????????????? 5 ?????????? ????????????? ?????? ? ?????????????, ???.??.	????????? ???????? Q1/Q, %	????????????? 10 ?? ????????????? ?????? ? ?????????????, ???.??.
0,9 (10%)	0,98	2	0,94	6	0,93
0,8 (20%)	0,96	4	0,91	9	0,84
0,6 (40%)	0,86	14	0,73	27	0,58
0,5 (50%)	0,80	20	0,59	41	0,42
0,4 (60%)	0,64	36	0,40	60	0,25
0,2 (80%)	0,17	83	0,07	93	0,04
0,1 (90%)	0,02	98	0,01	99	0,01

?????????????

??????????? ?????????? ?????????? ? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????????????????? ??? ??????????????????????
?????????(??????) ?? ?????????????? ? ?????????????????????? ??????????(?????????) ?????????????? ???????? ??????????
????????????????????, ??? ?????????? ??? ?????????????? ?????????????????????????? ??????????????????. ?? ???????? ?????????????? ??????
????????????????????, ??? ?????????? ?? 15% ?????????????? ??? ???????? ???????????????????????. ??? ?????????? ??????????????
???? ?? ?????? ??????????????????????????, ??? ??? ? ?? ?????? ?????????????????????????????? ?????????????????(?????????? ?
????????? ??????). ?? ? ?????????????????? ?????? ?????????? ?????????? ?????????????? ?????? ?????????????????? ??? ??????
????????????????? ?? k=0,04-0,4. ?? ?????????? 3 ?????????????????? ?????? ?????????????? ?????????????????????? ?????????? ???
????????????????????? ?????????????????? ?????? ?????????????? ?????????????????????????? ??????????, ? ???????? ?? ??????????????????.



???3.?????????? ?????? ??????? ?? ??????? ??????????????? (%)

????? ???????, ??? ??????? ??????????? ??? ?????????? ?????????????????? ??????? ?????????????
?????? ?????????????????? ?????????????? ?? ??????????????????????. ??????? ??????????????????
????????????? ??????? ?? ??????? ????, ??? ? ?????????? ?????? ?? ? ??????????. ??????????? ?????
????????? ?????????????, ?????? ?????????? ?????????? ?????????????? ?????????? (????????? ? ??????????),
?????????????? ??, ?? ??????? ?? ? ?????????????? ?????????? ?????? ??????????????????????, ?????????
????????????? ?? ?????? ??????, ??????????? ?????????? ?????????????? ?????????, ?????????? ?????????????????
????? ? ??????????????? ??????. ?????? ?????????????? ?????????? ? ??????????????? ??????????????? ?????, ?????
????????? ??????? ?????????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????????????? ??????????????????. ??????????????
????????????? ??????? ?????? ??????????, ? ??????? ? ??? ? ????, ? ???? ?????????? ?????????????????? ???????
?????????, ?????????? ???????, ?????????????? ??????????? ??????????????? ????, ?????????????? ? ??????????????
????? (????????????????), ?????????? ?? ?????? ?????????????? ?????? ? ??????????. ?????????????? ??????????????
????????? ? ?????????????????? ?????? ??????????, ?????????????????? ?? ?????????????? ?????????? ?????????? ?
????????? ??????????????, ?????????? ? ?????????????????? ??????????? ?????????? ?????? ?????????????? ??????????????
?????????????. ??????????, ??? ??????? ?????????? ??? ?????? 20% ? ?????????? ?????????????? ?????? 50%
????????????????? ?????? ???? ??????????????, ? ?????? ???? ?????????????? ??????? ?????????????? ??? ??????? ???
?????????.??? ?? ??????, ??????? ??????????????, ??? ??? ?????? ??????? ?????????????? ??? ?????????

???????????????????? ???? ?????, ???? ????????? ? ???? , ????????????? ????
 ????????? ???? . ????????? ???? ????????? ? ???? ????????????????????? ????????? ?
 ????????????? ???? ???? ????????????????? ???? ????????????? ?????????? . ???? ???? ,
 ????????????? ????????? ????????? ????????????? ????????????? , ????????? ?????????
 ????????????????? ????????????? ???? (????, ?????????, ?????????????????????) ? ?????????????
 ?????????????????????????.

? ?????????? ???? ? ?????? ? ???????? ?????????? IT-???????????? ? ????????????????? ???????????
 ?????????? ?????????????????????? ????????, ????????????????? ???????, ?????????????? ??????
 ?????????????????? ????????????? ??????????. ?????????????, ??????????? 3D-????????, ??????????????
 ?????????????? ? ?????????????? ????????? ??????? ?????? (?????) ?????????????? ??????. ??? ??????????
 ????? ????? ?????????? ?????? ??????????? ?????????? ?????????? ??????, ?? ? ??????????? ?????? ?? ??????
 ???????????, ??????? ?????????? ??????????????????? ?????????????? ?? ?????????????? ??????????????
 ???????????????. ? ?????? ???????, ??? ???????, ??????????? ?????????????? ??????????? ?????????? ?
 ?????????? ? ?????????? ??????????????????? ?????????????????? ??????? ??????????????. ? ??????????? ?????? ??
 ?????????????? ?????????? ?????????? ?????????? ??? ??????????????????? ??????????????? ?????????????, ??? ? ??????
 ??????????????? ??? ??????????, ?????? ?????????? ?????? ??????? ?????? ?????????????.