1 ????????? ??????? ??????????? ? ??????????? ??????

????????? ????????, ????????? ?????????? ???????, ???????? ????????? ???????? ????????? ?????????? ???????? (???) ???????? ?????????? ?????????. ? ?????? ??????? ??? ??????? ? ????????? ???????????? ???????????? ???????????? ??? ?? ???? ???????? ????????. ????????? ?????????????????? ?????????? ????????? ?????????? ???????? ???????? ? ????????? ???????? ?? ???? ? ????????. ??????????? ??? ???????? ? ????????? ??????? ????????? ??? ??????, ? ????????? ????????????????? ???? ? ?????? ????????, ????????? ??????????? ???????? [1-13]. ????????? ?????????? ?????????? ?? ?????? ????????? ?????????? ???????? ???????? ? ????????? ????? ??????, ??? ??????????? ???????? ???????????? ???????????? ?? ???????? ??? ?? ????????? ?????????????????? ??????????. ??? ??????? ????????? ???????? ??????????? ????????? ?????? ????????? ??? ??????? ???, ??? ? ??????? ????? ? ?????. ????????? ??????? ?????, ???? ????????? ??????? ??????????? ??????????? ????????? ????????: ???????????, ?????????? ????????, ????????, ??????????? ????????????????? ???? ? ?. ?. ? [14] ??????????? ????????? ?????????????????? ????????? ?????????????????? ????????, ?????????? ???????? ????????????????? ?????? ? ????????? ??????? ??????????? ???????, ???????? ??? ????? ????????????????? ?????? ?? ????? 30????2? ?????? ???????? ?$_{?}$ = 1879 ???, ?????? ?????????????????? ?$_{0,2}$ = 1721 ???, ???????? ??????????? ???????? ? = 13,3 %, ???????? ??????????? ??????? ? = 63,5 %). ?????? ??????? ?????????? ? ?????????????????? ??????? ?????? ?????? ??????? ???????, ?????????? ???????? ??????? ? ?????????. ?????? ??????? ?????? ? [7] ?? ??????? ??????? ?????? ????????? ?????. ? [15-17] ??????????? ????????? ?? ????????????????? ????????? ????? ??? ? ??????????? ????????? ???????, ??????? ?????????? ? ???????? ????????? ???????????. ?????? ????????? ???????? ?? ????????? ???????? ??????????? ???????? ? ???????????? ?????????????????????? ???????? ? ?????????? ?????????? ??????? ????. ??? ???????? ???????? ????????? ??????-??????????? ? ?????????????????? ????????? ?????????? ???? ?????????? ???? ? ???????? ??????????? ?????? ? ?????????? ?????????????????????? ?????????. ????? ?? ???????????????????? ???????? ???????? ???????? ???????? ????????????????? ???????? ??????? ?? ??????? ?????????? ?? ????????. ????? ??????? ? ?????? [18] ??????????? ????????????????? ? ????????? ????????? ?????????????????????????? ????????.

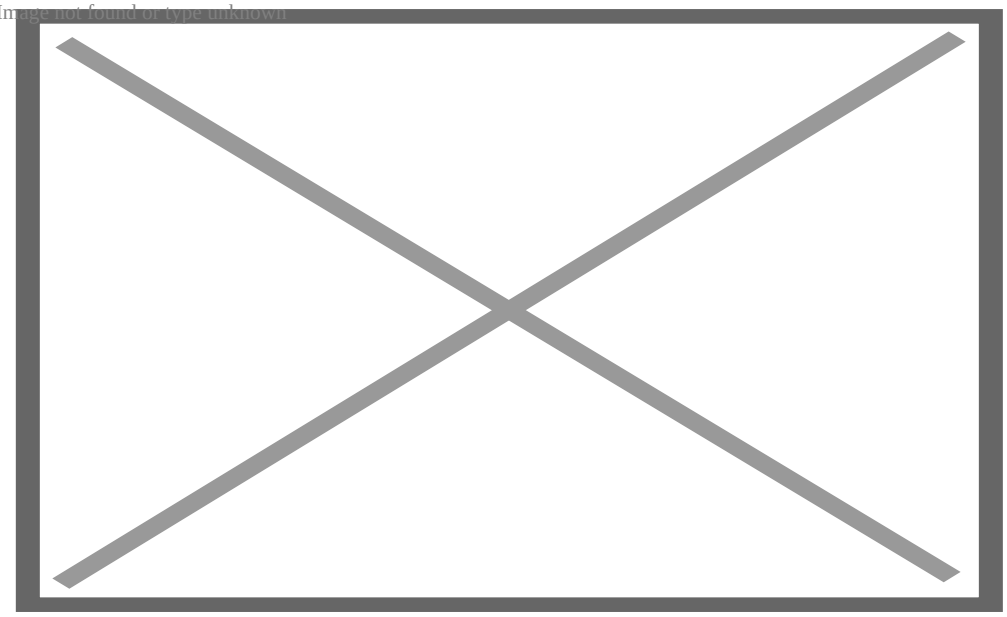
???????? ?? ??????????? ????????? ? ??????? ?? ????????? ??????? ?????, ????????? ???????? ???????? ? ?? ? ?????? ???? ???????? ?????. ??????? ????????? ????? ??????? ??? ????????? ??????? ???????? ?????????. ???????? ?? ????????????????? ??????????????? ? ???????????????? ???????? ?????????? ?? ????????? ??????? ????? ???????? ???????? ??? ????????? ?????????? ???????, ?????? ?? ????????? ??????? ???????? ???????? ? ????????? «??????-?????» ???????? ????????. ???????? ????? ?????? ???????? ?????????? ??? ?????? ??? ?? ??????????? ??????? [13, 19] ??????? ???????. ???????????????? ???????????????? ??????? ???????? ? ???????? ?????????? ??????????? ????? ?? 15 % ?? ???????? ? ?????? ?? ??????? ? ?? 25 % ??? ?????? ?? ???????? ??????? [11]. ????????? ?????????? ???????? ????????, ????????? ??????? ????? ????????? ???????, ???????? ? ???????? ???????? ???????? ? ?????????????????? ????????? ??????????. ?????? ?? ?????, ????????? ???????? ????????? ?????????? ??????? ????? ????????? ??????? ??? ???????? ???????? ????? ?????? ??????.

2 ???????? ? ??????

??? ????????? ?????????? ??????? ????? ????????? ??????? ????????????????? ????????? ????????? ?? ?????? ?????? ? ?????????? ??????? ??????? ? ???????? ????????. ???????? ?????? ???????? ???????? ??????? ?????????? ??????????? ???????? (?????????? ???????? 800 °?). ????? ?????? ???????? ? ???????? ????????? ??????? ? ???????????? ?????????, ?????????? ??????? ????????, ?????????? ??? ??????? ??????? ? ?????. ?????? ??????? ??????????? ???????? ??????????? ????????? ?? ???? ?????????? ???????? ?????? ? ??????????? ????. ??????? ???????? ???????? ???????? ? ???????? ???????? [1, 20, 21]. ????? ????????? ????????, ???????? ?? ????????? ?????????, ?????? ???????? ?

???????? ????????.

????????? ????????? ????????? ?? ????????????? ?????????? ????????? ??????? ?????????? ???????????, ???????????? ???????? ??? ?????????. ????????????? ?????? ????????????? ? ?????????? ?????????? ??????, ?????????? ???????. ?????? ?????? ?????????????? ?? ???? ?????????????????? ???????? ????????. ???????? ??????? ????????? ? ????????????? ?????? ??????? ? ??????? ????????????????. ???????? ???????????? ???????????? ?????????? ??????? ???????? ?????, ?????????? ????????? ????????? ? ?????? ???? ??????? ????????. ????? ??????????? ??????? ??????? ?????? ????????? ??? ?? ???? 0,9 ???????. ????? ????????? ??? ???????? ??????????? ?? ???. 1.



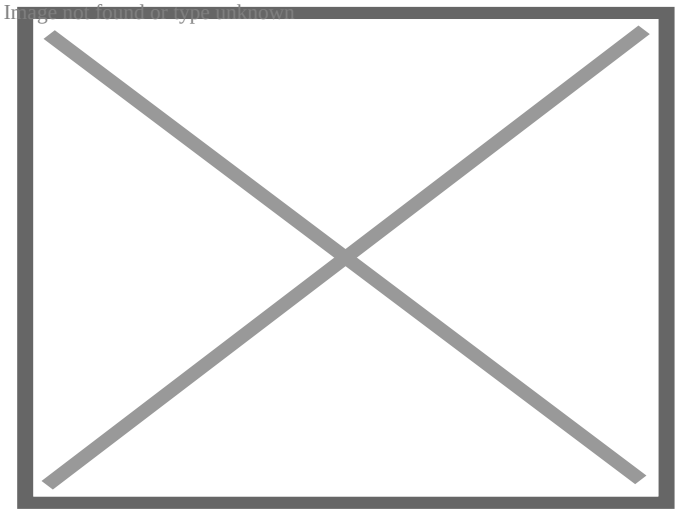
1 – ???????? ????????, *2* – ?????? ???????, *3* – ????????????? ??????, *4* – ?????? ??? ????????, *5* – ??????? ???? ????????, *6* – ?????? ??? ??????? ??????, *7* – ????????? ??? ????????? ?????????

??????? 1 – ????????? ??? ???????? ??????????? ????????

??? ?????????? ????????? ???????? ?????????? ?????? ????? ???????? ?????????? ????????? ??????????? ?? ???????-?????????? ?????? 95??-1. ?????? ???????? ????????? ??????? ???????????? ?????????? Ra 0,63 ???. ????? ???????? ????????? ???????? ? ????????? ??????????? ??????? ? ?????? [2].

??? ????????? ??????-??????????? ???????????? ??????????? ???????? ??????? ????? ????????? ??????? ??? ???????? ??? ???????????, ????????? ? ??????????? ?????????????? ?????????, ??????????????????? ????????, ??????????? ????????????, ?????????????????? ??????? ????????. ??? ????????? ???????????? ??????????? ????????????? ?????????? ? ??????????? ????????, ????????? ? [5, 6, 12, 17]. ? ???????? ??????????? ???? ???????: ?????? ?????? 2070 ???-1, ????????? ????????? NEOPHOT-32, ?????????? ????????? FEI Inspect S50, ????????????? ???-3, ??????????? Empyrean ? ????????? ??????? Anton Paar HTK 1200N.

????????????? ?????? ??????? ????????? ??????? ? ?????????? ????????? ?????????? ?? ?????????? ???????????????? ????????? ???? ???????? – ????????? ? ??????????? ?? ??????, ????????????? ?? ???. 2. ???????? ? ????????? ????????? ????????? ????????? ???????? ??? ??????????? ? ?????? [8], ????????? ?? ?????????? ???????????, ?????????? ? [3, 4].



1 – ????, *2* – ??????????? ?? ?????? ????, *3* – ????????? ????????,

4 – ?????????? ????????????????, *5* – ????????? ?????? ?????????, *6* – ?????????,

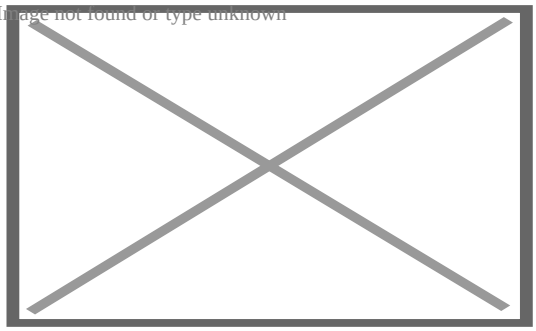
7 – ????????? ??????, *8* – ??????? ????? ????????, *9* – ????????, *10* – ??? ???????????, *11* – ??????? ???????, *12* – ????????? ????????, *13* – ?????????????, *14* – ?????? ???????

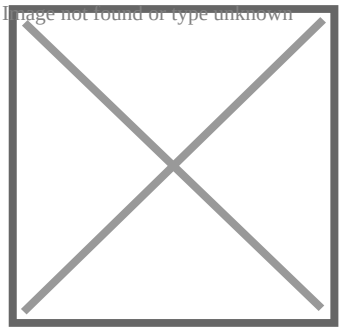
??????? 2 – ????? ??? ????????? ????????? ????????? ???????? ???

3 ????????? ???????????

??? ??????????? ??????-??????????? ????????????? ???? ??????????? ??????????? ??????? ? ???? ?????? ?? ????????, ???????????????? ??????? ????????? ???????, ?? ?????????? ??????? ????????? ????????. ?? ?????????? ??????????? ???? ?????????, ??? ??????? ???????? ??????????? ?????? ?????? ??? ??????????? ???????? ? ???? ? ????? ??????? ???????? 0,12, ??? ?? 30 % ???? ? ????????? ? ????????, ?????????? ? ???????? ????????. ?????????? ????????? ??? ??????? ? ??? ???????????? ??????????, ??????? ???????? ???????? ????????? 6 ? 10^{-7} ?/?.

? ????????? ?????????????????? ??????? ???? ???????? ?????? ?????????? ??????? ????????? ? ?????? ?????????? ???????, ??????? ??????????? ?? ???. 3.





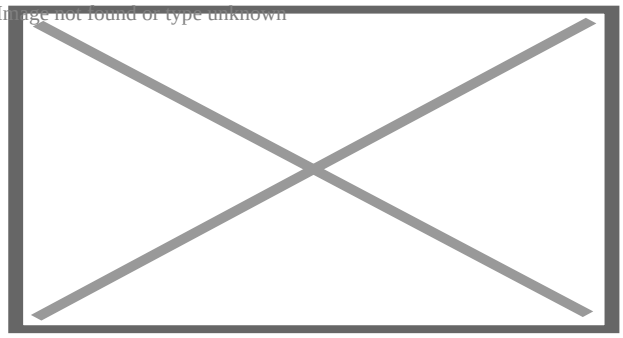
?) ?)

?) ?????? ?????????? ??????? ??????????, ?) ?????? ?????????? ??????????

??????? 3 – ?????????? ?????????????????? ???????

?????? ???????????? ????????? ??????????, ??? ??????? ???????? ??????? ??????????? ???????? ????????? 40 ???, ??? ???? ? ?????????? ??????? ?? ?????????? ?????????, ??????? ? ???? ???????. ?? ???????, ?????????? ?? ?????????? ??????????
(???. 3,?), ???? ??????? ?????????? ?? ?????????? ???????????? ????????, ? ????? ? ??????? ? ????????? ????????? ??????? ??????? ? ???????? ????????.

???????????, ?????????? ?? ??????????????? ???-3, ????????? ??????????, ????? ??????? ?????????? ????????????????? ??????????? ???????? ?? ??????? ????. ?????????? ??????????? ?? ???. 4.



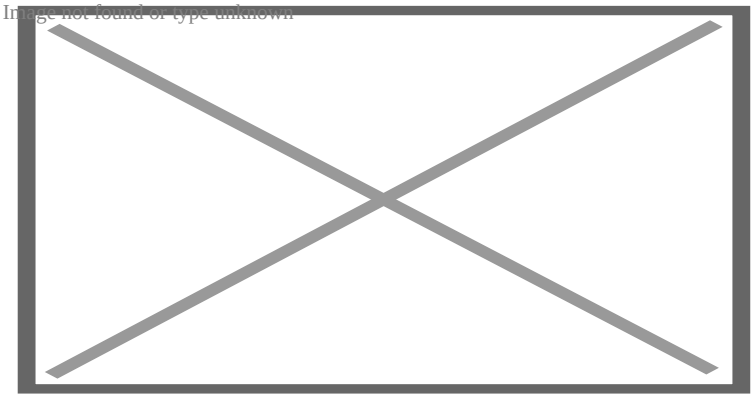
??????? 4 – ?????????? ??????????? ????????????? ??????????? ????????

?? ??????? (???. 4) ?????, ??? ??????? ???????? ????????????? ???????? ????????? 6,3 ???, ??? ?? 20…25 % ????, ??? ? ????????, ??????????? ?? ???????? ????????. ?????? ???????? ????????????? ????????? ??????????? ???????? ????? ????????????? ?????? ? ?????????? ?????????? ??????? ??????????? ??????.

?????????????????? ??????? ?????? ?????????? ??? ????????? ?????????? ?? 25 °? ?? 900 °?. ? ?????????? ??????? ???? ??????????, ??? ??? ?????????? ???????? ????????? ? ???????? ????????? ?? ???? ????????? ??????????. ??? ??????? ? ??????? ??????????? ?????????? ??????????? ????????, ??? ??? ??? ??????????

?????????? ??????????? ?? 900 °? ?? ????? ?????????? ??????? ??????????, ???????? ?? ????????? ????????.

????? ?????? ?????????? ??????????? ??????-??????????? ????????? ???????? ???? ??????????? ????????? ??????? ? ?????????? ????????? ? ???????? ??????? ???????? ????????? ????? 820.60, ??????? ?????????? ????????? ?????????. ? ????????? ????????? ????????, ????????? 200 ? ??? ??????? ???????, ???? ????????? ??????? ????????? ?????? ?????? ????????? ?? ????????? (???. 5).



??????? 5 – ????????? ????????? ????????? ????????? ???????? ???

????? ???? ????????? ???????????? ?????????????????? ??????, ?? ?????????? ??????? ????????? ??????? ????????? ???????? ?? ?????????? ????????? ?????? ??????
2 ??. ????????? ??????????? ????????, ??? ???????????? ?????? ????????? ??????? ? 2 ???? ????, ??? ? ??????? ? ?????????? ????????.

4 ????????? ? ?????????

? ?????? ?????? ??????? ???????? ????????? ??????? ????????? ?????????? ???????? ?? ??????? ????????? ???????? ??? ??????? ?????????. ????????? ??????????? ??????-??????????? ???????????? ??????????? ???????? ?? ?????? ?????? ? ?????????? ??????? ??????? ? ???????? ????????. ???????????? ?????? ?????????? ??????????? ??????????? ???????, ??? ?????????? ???????? ????? ?? 20…30 % ?????? ????????????? ? ???????? ? ????????? ??????? ????? ???????? ????????, ?????????????? ???????. ???????????? ???????? ????? ?????????? ??? ????????? ????????? ????????, ? ????????? ??????? ???? ?????????, ??? ???????????? ?????????? ????????? ??????? ? ?????????? ????????? ? 2 ???? ??????, ??? ? ???????? ???????. ?????? ? ???????? ???????? ?????? ??????? ????? ???? ????????? ??????, ??? ??? ??? ????????? ????????? ?? ??????????? ??? ????????, ???????? ???????? ? ?????? ????????.

????????? ? ?????? ?????? ???????? ????? ???? ????????? ?? ?????? ??? ????????? ????????? ???????? ???, ?? ? ? ?????? ????? ?????????. ????????, ? ?????? [10], ???????? ???????? ???? ??????? ????????? ??? ????????????? ????? ??????? ????????????????.