????????

????????? ?????????????????? ????? ?? ?????? ??????????? ??????????? ? ????????????? ???????????????? ????????? ???????? ????? ?? ????????? ????? ?????? ??????????????. ?????? ????????????? ??????? ??????? ???????? ???????? ? ????????? ???????????? ???????????. ??????????? ????????????? ????? ?? ????????????? ?????? ??????? ????? ????? ? ????????????? ????????, ?????? ???????? ??????? ?? ????, ????????????? ? ????????? ?????, ?? ????? ? ??????? ???????? ?????, ? ????? ?? ????? ?????? [1–3]. ??? ???????? ???????? ??????????? ?????????????????? ??????? ?? ????? ??????????? ????????? ?????? ?????????, ????????? ??????????? ????? ? ????????????? ??????????? ??????????? ????????????? [4–7].

?? ?????????????????? ??????????? ??????????? ????????????? ????????? ? ????????? ??????????? (??????????) ????? ???? [8, 9]. ?????? ??????????? ?????, ?????????????????? ??? ????????????? ?????, ??????????? ??? ??????????, ??? ? ????????????? ??????????????, ???????? ???????????. ????????????? ???????????????? ??????????? ? ???????? ???????? ?????? ????????? ???????? ??? ?????????????? ???????-???????????? ???????? ????? ????????, ??? ? ????????? ???????? (???????), ? ????? ??????????? ?? ??? ?????. ???????? ???????????? ???????? ??????? ???????? ??, ??? ?????? ? ??????????????? ???? ????? ????????????? ?? ???? ????, ??? ??????? ????????? ????????? ??????? ?? ?????????????-???????????? ??????, ??????????? ???? ??????????? ??????????? ? ?????? ??????????? ???????? ?, ??? ????????, ???????? ??? ????????????????? [10, 11]. ?????? ? ??? ????????? ?????? ??????????? ????????????? ????????????? ? ?????: ??? ?????? ???? ????????? ???????????, ???????????? ? ??????? ??? ???????? ???????? ????? ? ??????????? ?????? ???????? ???????? [3]. ??????????? ?????? ????????? ???????????? ???????????? ???????????? ???????-??????????? ?????. ?????????????? ????? ????? ??????????????? ????????? ??????????, ??? ??????????? ????????????? ???? ????????? ????? [6].

????? ????, ? ????????? ????? [27] ?? ????????? ???????? ??????????? ??????????? ?????????????????? ????? ??? ???????? ????? ???? ??????????? ?????????????, ? ??? ????? ????? ????? ??????? ??????? ?? ??????????????. ? ????? ? ???? ??? ?????????????????????? ????? ??????????? ???????????? ???????? ???????????? ????????? ?????? ?????????????, ????????????? ??????????? ????????? ???????????????? [12, 13].

??? ?????? ?????????????????????? ??????? (??????????????, ??????????????, ??????????????, ????????????????????) ????????????? ????????? ?? ?????? ?? ??????????????? ?????????????????, ?? ? ??????????????? ?????????????? ? ?????? ???????? ??????????????, ??????????????? ???????????????? ??????????????? ?????? ???????? ?????????????? [14–16], ???????? ??????????????? ????????? ????? ? ?????????????? ?? ??????????????? ???????????????? ? ???????? ??????????????? ?????????????????????? ?????????????? [17–19].

???? ??????

?????????????? ????????? ??????????????? ?????????????????? ??? ??????????????? ???????? ??????????????? ??? ?????????????? ???????? (???????) ?? ???? ???????? ?????? ??????????????, (?????????????????? ???????? ???? ????320).

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

???????? ??????????????? ???????? ???????? ??????????????? ?????????????????, ?????????????????? ? ?????????????? ?????? ??????????????, ? ????? ???????????????? ???????? ??????????????? ??????????????? ??????? ?? ?????? ??????????????? ??????? [24]. ????????? ??????????????? ????????? ?????????????????, ?????????????????? ? ??????-?????????????????? ????????? ????????? ?????????.

???????????????? ???? ??????????????? ????????? ????? ???????????????? ? ?????????????? ?????? ? ??????? ??????????????? ???????????????? ? ???????? ??????????????????, ? ????? ??????????????-??????????????? ???????????????, ??????? ???? 3480–76 ?? ??????????????? ???????. ???? ????????? ?????????????? ???????????????? ??????? ?????????????????? ?????? ?? ????? ?????? eLibrary.ru, ResearchGate.net ? ???????? ????????-???????? ? ???????????????? ??????? «??????????????? ?????????????????? ? ?????????????????????? ???????» ? ??? ??????????????? ????????. ???????????????? ?????????????? ????? ?????????????? ??????, ? ?????? ???????? ?????????????????? ???????????????? ? ?????????????? ????????? ???????????????, ??????? ?????? [25]. ????????? ?????????????? ?????? ??????????????? ???????? ???????-??????? ? ???????????????? ?????? ?????????????????? ???????, ??? ????????? ?????????????????? ???????????????? ??????????????? ?????????????? (???????, ???????? ???????, ??????????????? ???????) ? ??????? ?? ???????????????? ? ??????????????. ?? ?????? ???????????????? ??????? ??????????????? ????????? ???????????????? ??????? ???????? (??????? 1) ? ????? ??????????????? ?????????????????? ??? ??????????????? ???????? (??????? 4).

?????????????????? ? ?????????????????? 3D-???????????????? ???????????????? ????????? ??????????????? ??????????????? ??????? ??????????????? ? ????? ?????????????????? ????????????????. ?? ?????? ??????????????? ?????????????? ??????? (??????? 11 ? 12, ?) ???????? ????????????????? ?????? ????????? ??????? ?????? ? ???????, ?????????????? ???? ??????? ???????????????, ???? ???????? ???????? (360°), ?????????????? ???????? ???????? ? ?? ?????????????? ?????????????. ??????????????? ??????? ??????????????? ?????? (?? ±15° ???????????????? ??????????????) ? ???????????????? ?????? ??????????????????.