?????????? ????????????? ?????????
?????????????? ????????? ?????? ??????????
«????????????? ?????????????? ???????????»
???????? ?????????? ? ?????????????? ??????????
??????? ????????????? ?????? ? ??????????????? ????????????

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

_____?. ?. ?????????
«___»_____2020?.

????????? ?????? ???????
???????????? ???????? ?????? ?? ??????
????????????????? ????????????
????????? ??????????????? ?????? (??????????? ??????)
?? ??????????
09.03.02 «????????????? ?????? ? ?????????»

???????	????????? ?.?.	_____
		(????, ???????)
??????? ???????????	?.?.?., ???. ???. ????	_____
	????????? ?. ?.	(????, ???????)
?????????????	??????? ?. ?.	_____
		(????, ???????)
?????????	?.?.-?.?., ????. ???. ??????????	_____
		(????, ???????)
	?????? ?. ?.	

??????????

????????

????? ?????? ?????? ???????? ???????????? ??????? ????????? ??????? ? ????????? ???????? ?????? ??????? ?? ??????, ? ????? ???????????? ??????????????? ????????????? ? ??????????? ???????????? ????????????? ?????? RegCM.

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

???????????? ????????????? ?????? (Regional Climate Model, RCM) – ??? ????????? ?????? ???????? ???????, ?????????? ?? ???????????? ??????????? ? ???????????? ???????? ?? ????? ?????? ?????????? ??? ?????? ?????? ??????????, ??????? ?????????? ??????????? ? ??????? ???????? ? ?????? ?????????????? ?????? ???????? ??????????, ?????????? ???? ? ????, ????????????? ??????????? ? ?????? ??????????? ?????? ???????. ????????? ???????????? ?????? ?????????? ?????? ???????????? ???????, ???????? ?? ?? ????????, ????????? ?????????? ?????????, ?????? ???? ???? ??????. ? ?????????? ????? ??????? ??????? ? ??????? ?????????? ??????? ??? ?????????? ???????, ????????????? ?????? ???????????????? ?????????? ????????? ? ???????? ????? ????? ??????? ??????????? ?????? ? ?????? ????????????? ?????? ? ????????????? ?? ??????? ?????????. ????? ???????, RCM ??????? ??????? ??????????? ????????? ??? ?????????? ?????? ???????? ??? ????????????? ???????????? ??????? ? ?????????????? ???????????.

????? ??????? ???????????? ???????? ??????? ????????? ??????? ? ????????? ???????? ?????? ??????? ?? ??????, ? ????? ???????????? ??????????????? ????????????? ? ??????????? ???????????? ????????????? ?????? RegCM.

??????, ????????????? ??? ?????????? ????:

????????? ???????????? ???????? ??????? ???????? ?????? ??????? ?? ??????????? ??????????? ?????, ?????? ????????? ??????? ?? ?????????? ?????????????, ? ????? ??????????? ????????????????? ????????????? ? ??????????? RegCM.

? ?????? ??????? ??????????? ??? ????? ????????????? ??????, ??????? ?? ??????. ??????????????? ??, ????? ???????????? ?????????? ? ??????? ???? ??????? ? ????? ??????? ?????????? ?? ????????????. ???????????????, ??? ????? ????????????????? ????????????? ? ??????????? ??? ?????, ?????????????? ???????????? ????????????? ??????? RegCM. ? ?????????? ? ?????, ?????????? ???????? ???????????? ????????????? ?????? RegCM.

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

? ??????? ??????? ??????????? ?????? ? ???????????? ??????????, ?????????????? ??? ?????????????? ???????? ?????? ??????? ? ????? ? ???????? netCDF, ? ????? ??? ???????? ??????? ??????????? ??? ???????????? ???????.

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

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

? ?????? ?????? ????????? ??????????? ?????????????????? ????????????? ? ?????????? ???????????? ???????????? ??????
RegCM.

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

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

?????? ??????? ??? ???????? ??? ???????? ?????????? ? ???????? ?????? ???????. ??? ????? ???????? ??? ???????? ?????? ? ???????. ?? ?????? ???????, ????? ??? ?????????? ?????? ? ?????, ?? ?????? ????????????, ????? ??? ?????? ????????? ? ??????????? ???????, ?? ?????????? ?????? ?? ?????????? ???? ????? ?????, ????? ??????????? ? ??????, ??? ??? ???????? [1].

???? ?????? ?????? ?????? ???? – ?? ???, ??????? ?????? ?????????? ???? ?????????? ?????? ???? ??? ????? ???????????? ???????, ?? ???, ??????? ????????? ????????, ??????, ??? ? ???? ??? ???? ???????.

?????????? ???? ??????? ???????????? ???????? ????????????, ??????? ?????? ?????, ??? ???????????? ???????????? ?????? ?? ?????? ????? [2].

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

???????? ????????????????? ????????, ??????????? ??? ????????????? ?????? ? ???????, ????????, ??? ??????????? ?????? ??????????? ? ?????????????? ????????? ????????????? [3].

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

????????????? ?????? ???????? ?? ?????? ?????????????????? ?????????? ???????? ??? ????????????? ???????? ??????? ? ?????????? ????? ????????????? ???????. ????????????? ??????, ????? ???????? ??? ????? ?????? ??????????, ?????????? ????????????? ????????? ??? ????????????? ????, ??? ?????? ? ???????? ??????????????? ? ????????? ?????? ??????, ?????????, ????. ?????????? ? ?????? ???????????? ?????? – ??? ?????? ??????? ???????????? ? ?????????????? ?????? ????????? ?????? ???????, ????????????? ?? ?????????????? ???????????, ?????? ?????????? ??? ????????????? ????????? ??????? ? ??????????? ????????? ???????????? ???????????, ? ????? ????????????? ??????? ????????? ? ??????? ?????? ???????????????? [4,5].

????, ??? ?? ?????? ?????? ? ????????????? ?????? ?? ????? ??????? ?????? ????????????? ?????? ?????????? ????????? ??? ????????????? ????????? ? ??????????????, ???????????? ?????? ?????. ??? ?????????? ?????????, ??????, ???? ? ???????? ????? ?????? ??????? [6].

??? ?????? ???????? ?? ??? ?? ??????? ? ??????????, ??????? ????? ? ?????? ????????? ??????? ??????????, ?????????? ? ????????????? ??????????, ???????????? ? ?????? ??????? [7].

????????, ?????? ?????, ????? ????????????? ?????? ??????????????? ??????????????? ?????????? ?????????, ????? ??? ?????? ????? ????????????? (????? ????????? ??? ????? ?????????? ???????), ??????? ??????, ??? ? ????????? ??????? ??????? ?? ????? ???? ???????? ??? ???????, ? ?????? ???????? ?? ????? ????? ? ?????? [8].

?????? ?????? – ????? ???????-?????????, ???????? ???????? ?????? ????????, ??? ???????????? ?????????? ?????? ????????? ?????? ??????????? ??????? ?? 33° ? ??????, ??? ??? ???? ?? ??? ???? [9].

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

???????? ??????? ?? ??? ???????? ????????? ???????? ??????? ??????????, ??????? ???????? ????????, ????????, ??????????? ? ????????? ????? ? ????????? ? ???? ? ?????? [11].

?????? ???? ????? ????????? ? ??????? ??????????? ????????? ??????, ??? ??????? ?????? ??? ??? ?? ?????????? (?? ??????????? ?????????? ??????? ???????). ??? ???????? ????? ?? ?????????? ????????????? ????? (? ???? ???? ? ??????? ????????, ????????? ????, ??? ?????? ????????, ??? ??????? ?????? ??????????). ?????? ????? ??? ????????? ???????? ???????? ? ??????, ??? ????????, ??? ??? ???????????????? [12].

?????? ????????? ?????? ?? ???? ?????????? ????????? ? ?????????, ??????? ?????????? ?????? ?? ??????? ????????????? ???? – ????? ????? ???????? ????? ??? ?????????? ????????????? ??????.

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

?? ???? ???? ????????????? ?????? ?????????? ?????????, ??????? ????????? ????????????????? ??????? ????????????? ???????, ??????? ? ????, ??? ?????????? ? ???? ??????? ??? ? ??????????? ????? ? ?????????? ??????? ????? ? ????? ????? ????????????? ???? ? ???????? ??? ??? [13].

??-?? ????????? ????????????? ??????? ? ????????????? ??????????????? ???????? ?????? ?? ????? ?????????? ??? ??? ???????? ??? ??????? ??????????? ????? ????????????? ???????. ?????? ????? ????????????? ?????? ????? ????? ?? "?????? ?????". ?????????? ?????? ????? ????? ??????? ????? ?? ?????? ? ??????? ????????? ? ??????? [14].

??? ?????????, ???????????? ? ?????????, ???????, ??? ?????? ?????, ????? ??? ?????????, ?????? ?????????? "??????????????" ??? ?????????? ???? ????????. ???, ?? ????????, ????????????, ??????? ???????? ?????? ??????? ? ????????? ???????? ?? ? ?????? [15].

?????? ????? ????? ? ?????? ?????????? ?? "??????????????????? ???????????". ?????? ????? ????? ?????????? ?????????? ??????: ??? ?????? ??????, ??? ???? ??????? ??????????? ? ??????. ????? ????????? ?????? ????? ?????? ????? ?????. ???????????? ?????? ?????????? ????????????? ??????, ??? ???????, ????? ??????, ??????? ?????????? ????? 100 ?? ?? ??????? ? ?????? ? ??????? ???????. ????????? ????? – ??? ?????, ?????? ??? ?????, ?????????? ?? ??????? ? ??????, ?????? ?? ???????? ? ?????? ?? ???????. ??? ?? ?????, ??? ???? ?????? ?????????? ????????????? ?????? ?????????? ????? – ????? ??? ?????????? ????? ? ????????, ??????? ?? ????? ???? ????????. ?????????? ?????????, ???????????? ? ?????? ??????, ?????????? ???????? ??????? ??? ????????????? ?????? ????????? ? ???????? ?? ??????? [16,17].

??? ???? ??????????, ??? ????? ?????????? ????????????? ?????????? ?????? ????? ?????? ??? ??????????? ??????? – ?? ??? ??????? ? ????????? ?? ????? ?????????? ??????, ????????? ?????? ??????? ?????? ??????????.

? ????? ?????? ??? ?????????? ????????????????? ?????????? ?????? ? ??? ???? ??????????? ???????? ? 10 ??? ?????? ????????????????? ????????, ????? ????????? ?? ?? ??? ?? ?????????? ??????? [18].

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

?????????? ?????????? ?????? ???? ?????? ? ? ???????? "????????? ????", ?? ???? ????, ??? ????? ?????? ??????????????? ?????????? ????????????? ???????. ? ???????? ???? ????? ?????????, ?? ?????? ?????? ??????? ????? ?? ???????, ????? ??????? ??????? ????????????.

???????? ????????????????? ???????? ? ?????????? ????????? ???? ??????? "????? ??????". ?????? ????????? ????????????? ??????????, ?????? ??? ????? ?? ?????????? ? ????????? ????? ???????, ????? ???????????????? ?????? ? ?????????? ????, ? ??? ????? ?? ??????? [19].

????????? ???? ????? ???? ? ???????, ?????, ???? ??? ?????. ??? ? ? ?????? ? ???????? ????? ?????, ??????? ????????? ??? ????????, ??? ?????? ????? ???????? ????? ????????? ????????????? ??????????. ?? ??? ????? ????????, ??? ?????? ????? ?????? ?????????? ??? ?????? ?????? [20].

????????, ?????????? ????????? ????????????? ??????? ?? ?????? ?????? ?????? ???????? ??????????? ?? ????? 50 ????????? ?????????? ??? ?????? ?????? ?????, ????? ??? ?????? ?????????? ?? ?? ?????? ???? ?????? ?? 36 500. ??? ???????? ??????? ???????? – ??? ??? ?? ?????? ??????, ????? ????????? ??? ?????????????

? ?????????????? ????? ??????, ?????????? ???????? ???? ?? ?????????? ????????? ????????? ??? ?? ??? ???, ???? ???????????? ?? ???????? ? ?????????? ?? ?????????? ????????. ??????, ?????? ??? ?? ??????? ?????????????? ???????? ??? ??????? ??????? ? ????? ????? ????????? ?????. ??????? ?? ????????? ??????? ??????? ????????? ???, ??? ??? ?? ???????? ? ?????? [21].

??? ???????????? ?????????? ????????????? ??????? ????????? ??? ????? 30 ????? ??????? ???????? ???????????? ????? ????????? ? ???????? ???????????? ?????????.

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

?????? ??? ??? ????????? ??????, ?????? ??????? ????? ???? ????????????? ? ???? ???????????? ??????? ? ?????????? ? 30 ????? ? ??????? ?????? ??????????? ??? ???? ???????? [22].

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

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

????????? ???????? ??????? ? ?????? ???????? ??????? ???????, ??????? ???????? ?????????? ????????? ???????, ??????????? ??????, ??? ??, ??????? ?? ????????? ????????? [23].

??? ??????? ??????? ?????????? "?????????????". ??? ???????? ????????? ? ????????? ???????, ???????????? ?????????? ???? – ????? ??? ?????????? ??? (CO2), ????? (CH4), ?????? ????? (N2O) ? ??????????????? – ? ????? ????????? ???????, ?????????? ??????????, ??????? ?????????? ??? ???????? ??????????? ???????, ? ????? ??? ?????? ??????? ? ??????????? ????????. ???????? ???????? ??????????? ????????? ???? ? ?????? ?? ??????????? ??????? [24].

??? ???????, ??? ??? ????????????? ??????????? ???????? ????? ?????? ???? ??? ????????? ?????? ??????? ???????, ???? ??? ????? ??????? "????????? ????????". ??? ????????????? ???? ???????????? ?????????? ????? ? ?????????, ?????????? ?? ???, ??? ????????? ??????????, ?????????? ? ????????????? ? ??????????? ???????? [25].

??????? ? ??????????? ????????? ????????? ??????????? ???? ??? ????????? "??????????????? ????? ????????????" (Representative Concentration Pathways, RCPs), ??????? ???? ?????????????? ???????? ????????, ?????????? ?? ?????????-????????????? ????????? ????? ? ???????? ??????????? ???????? [26].

?????? ????? ?????????? ?????? ??????? ??????????? ??? ???????? ????, ??? ?????? ????????? ?? ????????? 200, 1000 ??? ???? 20 000 ???. ??????? ??????????? ??????????? ? ?????????????? ?????? ?? ?????????? ?????? ?????, ???????????? ????????????? ?????????? ?????, ??????? ??????????? ????????, ?????????? ?????????? ????????? ????? ? ?????? ?????? ? ??????? ??????? [27].

????? ?????????? ????????????? ?????? "??????????? ????????", ??? ???????????? ??????????? ?????????????? ?????????? ? ??????? ????? ??? ????? ???. ??? ????????? ?????? ???????? ??????????? ?????? ? ??????????? ????????????? ??? ????????? ??????????? ? ??? ???, ? ????? ???????, ????????? ?????? ?????????? "?????????????" ???????????? ????????????.

??????????, ?????????? ??? ????????????? ? ??????? ????????????? ???????

?????????? ????????????? ?????? ????? ???? ???????????? ? ?????????? ??????, ?????? ????????? ?????? ????????? ????? ?? ??????? ?????????? ? ???????????? ? ???????, ?? ??????????? ?? ??????? ? ????????? ??????. ????????????? ?????? ??????? ????? ?????? ??????? ??????? ?????, ??????? ?????? ????????? ?????????? ? ???????, ??????? ? ???????? ???????? [28].

?????????? ???????? ??????????? ? ????????? ????????? ????? ????????? ?? ??????????? ?? ??????? ??????????, ? ????? ???????????, ????????? ? ??????????? ?????? ?? ??????????? ?? ???????? ??? [29].

?????? ????? ???? ?????? ??????????, ???????, ???????? ??????? ? ????????????? ????????, ??????? ????? ? ???????? ????. ??? ?????????? ????????, ???? ? ??????????? ?????, ? ????? ????????????? ???????????, ????? ??? ?????????? ????? ? ????????? ??????? [30].

????? ????????? ?????????? ?????? ???????? ???????? ?????? ? ??????, ? ????? ????? ??????????? ??????????, ????? ??? ????????????? ?????????? ?????????????? ????????? – ??????? ??????? ?????????? ???????????? ??????? ? ????????? – ??? ??????? ??????? ???? ??????? ?? ?????? ?? ????? ????????? ? ????????????? ?? ???? [31].

????????????? ?????? ????? ???? ?????? "????????????? ???????". ?? ???? ??? ???????????, ????????? ????????????? ????? ? ?????????? ????????????? ?????????? ?????, ???????? ?? ???????? ????????? ????????????? ???????? ?????, ????? ??? ?????? ??? ? ????????? ????????????? ??????????, ??? "??????", ?????? ???????????, ????????? ? ??????? ???? [32].

???????????? ??????? ?????? ????????? ????????????? ?????? ? ????? ??????, ??? ???????????? ????? ?????????? ??????????? (National Center for Atmospheric Research, NCAR), ? ????? ????????????? ?????? ? ???? ?????? netCDF, ??????? ????? ????????????? ??????????????.

???? ?????????????, ?????????? ?? ????????????? ???????

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

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

?????? ???????? ????????? ???????? ????????????? ??? ????????????? ??????? ????????, ?????????? ? ????????. ??? ?????
????????????? ?????, ????? ????????? ?? ?????????????????? ????????? ?????? ????????? ????????????? ???????. ????????????
??????? ??????? ??????????? ??? ???, ??? ?????????, ????, ?????, ?? ???????? ??????? CO2 ? ?????? ???? ??? ????
????????????? ??????? ????? ????????????? ??? ????????? ??????? [33].
?????? ???????? ?????? ???????? ???? ? ?? ?? ??????????? ??? ?????? ????????????? ????????, ???????? ??? ??????????
????????? ????????. ??? ????????? ???????? ????????? ?????????????? ??????? ???????? ????? ????????????? ????????, ? ?????
????? ?????????? ????????????? ? ??????? ?????????. ???????????, ??????????? ??????????? ? ?????? ???????? ?? ?????????
????????????? ????????? ??????? (Coupled Model Intercomparison Projects, CMIPs), ??????????? ????.

??????????????? ????????
????????????? ?????? ??????????? ??? ????????????? ???????, ??????? ???????? ? 1850 ???? ? ????? ?? ?????????? ???????. ???
?????????? ????????? ?????? ????????, ???????? ?? ??????, ??????? ??????????? CO2, CH4 ? N2O, ????????? ?????????
??????????, ???????? ?? ?????????????? ??????????, ???????? ?? ??????????? ???????????? ? ????????? ? ??????????????? [34].
??? ???????? ?? "?????????" ?? ?????????? ??????????? ??????????? ??? ???????, ? ?????? ???????? ?? ?????? ??????. ???
????????, ??? ??? ????????? ?????? ?????????? ????????? ???????? ("??????????????? ???????") ???????? ??????? ? ???????????
??????????????? ????????????. ???? ????????????? ?????? ???????? ??????? ????????????? ??????? ????????????? ??????????,
????? ??? ??????????? ???????????, ??? ???? ?????? ?????? ??????????? ? ????????? ????????? ???????? [35].
?????? ??? ????????? ????? ?????? ??? ??????????? ????, ????????? ?????? ???? ??????????? ????????????? ? ????????? ???????
(??? ?????????? "?????????").
????????????? ? ?????? ?????? ????????????? ???????? ???????? ????? ?????? ??? ????????? ????????? ?????????? ? ???????, ??
??? ????????????, ??? ?????????? ???? ? ?????? ???????????? ??????? ???????? ??????????? ?? ??????????????? ??????.
????????????? ? ?????? ?????? ?????????????? ??????????? ????????? ??????????? ????????? ??????? ? ???????? ? ???? ??????
??????????? ???????????? ????????????, ????? ??? ?????????? ??????????? ????????? ????? ? ?????????.
????????? ??? ??? ???????? (? ??????????????? ??????? "???? ????????"), ?????? ????? ??????? ????????????? ????? ?
??????????? ????????? ??????? ????????????? ? ????????? ????????. ??? ???????? ?? ????????, ????? ???? ???????????
????????????? ????????? ??????????? ????????????? ????????.
???????? ???????? ??????????
? ????? ????????? ??????? ????? ???????? ???????? ???? ??????? ??????? ??????? ????????? ??????????, ????????? ??? ????????
?????????????????? ???? ??????????? (???). ??? ??????? ?? ??, ??? ?????? ????? ?????????? ?? ?????????? ?? 2100 ???? ? ?????.
?????? ???????, ????????????? ??????? ???????, ????? ??? ??????????? ????????? ? ????????????? ????, ?????? ???????????. ?????
???????, ??? ???????? ?????????? ??????? ???????? ??????? ???????, ??????? ? ???????? ???????? ????, ??? ??????????? ??
??????????????? ???? ?? ????????? ??????????? (RCP6.0 ? RCP8.5), ? ?????????? ?????, ? ??????? ??????????? ?????????
??????????? ?????? ???????????? ?????????? ?? ????? ??? ?? 2C (RCP2.6) [36].
??? ???????? ??? ?????????? ????????? ???????? ????????????? ???????????. ?????? ?????????? ??? ???? ??? ??????? ????, ???
????????? ??????? ????? ??? ?????? ?? ????????? ?????. ??????????? CMIP6, ????????? ? ?????? ????????? ???????? ?????,
??????? ?????? ????? ???????? RCP ??? ?????????? ???????? ?????? ??????? ??? ????????????.
??????????? ???????
??????????? ??????? ??????? ??? ???????? ????, ??? ????????????? ????????????? ?????????? ? ??????? ??? ?????????? ??????
?????????. ??? ????? ??????????? ??? ??????????? "?????? ??????", ????? ? ?????? ?????????? ?????? ???????????? ?????????, ??
????????? ?? ? ???????????? ?????????????, ?? ? ??????????? ???????? ??????????? [37].
???? ?????? "????????", ?? ??? ????? ?????????? ????????, ????????? ?? ????? ??????? ????????? ? ????????????? ????????????
???????????, ???? ???? ???????, ???????? ?? ??????, ????? ??? ??????????? ????????? ?????, ???????? ???????????.
????????? ??????????? ??????? ????????? ?????? ? ?????? ?? ????, ??? ??????????? ???????????? ???????????? ????? ?????????
??????? ?????????? ?????. ????? ??? ????????? ?????? ???????? ? ??????? ????? ??? ????? ??? ??? ????????? ?????????? ?????,
????????? ?????????? ??? ????? ?????? ??????? ????????, ???????? ?? ??????. ??? ?????????? ?? ???????? ? ?????? ??????
???????????? ???????? ???, ??? ? ????????????, ? ????????? ??????? ???????? ???????????.
?????? ?????? ????????? ????????? ?????????????
????????????? ?????? ???????? ?????????, ???? ? ?????. AMIP (?????? ?????? ????????? ????????? ?????????????, Atmospheric
model intercomparison project, AMIP) ???????? ??????????, ????????? ?????? ?????, ????? ?????????, ????????? ????????????
???????? ??? ???? ? ??????, ?????????? ?? ???????????. ????????, AMIP ?????????? ??????????? ??????????? ???????
??????????? ? ???????? ??????? ?????? ??? ??????, ???????? ??????????? ?? ??????????? ??????????? ???? ? ???????????
????????? ????? ????????? [38].
?????? ????????????? ?????? ????? ???? ??????????? ????????? ???????????? – ??????????????? ????????????? ????? ? ???????,
????? ??? ??????? ???-????? ? ??-????? – ??????? ?????????? ? ?????? ????? ?? ????????? ? ???, ??? ?????????? ? ???????? ????.
??????? AMIP ????????? ?????????? ????????????? ??????????? ?????? ? ????????????, ??? ??? ?????????? ????????????? ? ???????
?????????? ????????????? ? ????????????? ? ????????? ?? ??????? ? ????? ??????? ????? ?????????? [39].
???????? ? ?????? ??????????????? ??????????? ??2
??????? ????????? ????????????? ???????, ????? ??? CMIP5, ?????? ???????, ????? ??? ?????? ????????? ????? "???????????????"
????????? ??? ???????? ????????????????? ?? ????????? ?????????.

????? ?? ????? ?????? ???????? ?????? ????????? ????????? CO2 ? ??????????????? ?????? ?? ??????????????, ? 280 ??????
?? ??????? (ppm) ?? 1120 ?????? ?? ??????? – ??? ?????????? ???? ?????? ????????, ??????? ?? ???????????? ?????????. (???
????????? ??????? ???????????? CO2 ?????????? ????? 400 ppm.) ??? ???????? ?????? ???????, ??? ?????? ??????????? ?????
???????? ?? ????????? ????????? CO2 ? ?? ????? ?? ????????? ? ??????? [40].

???????? ? ?????? ?????????????? ?????????? CO2

?????? ?????????????? ???? ??????????? ??????? CO2 ? ??????????????? ?????? ?? 1% ? ???, ???? CO2 ? ???????? ????? ??
????????? ? ?????? ???? ? ?? ????????? 1120 ppm. ??? ???????? ????? ????????? ?????????? ??? ?????? ???????, ??????? ??
??????.

??? ????????? ?????????????? ?????? ?????????? ?????? ???????????? ????????? CO2 ?? ????? ?????????, ???????????? ?
????? ??????? ?????????, ????? ??? ????????? ? ????????? ? ?????? ????????? ?????, ????? ??? ?????.

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

????? ?????? ?????????? ??? ??????? ???????? (???????????). ???????????? ?????????? ??? ???? ????????? ????????: ?????????
1000 ???; ??????????? ??????, ???????????? ????????? 12 000 ???; ????????? ?????????? ???????? 21 000 ??? ?????, ?? ?????
?????????? ??????????? ???????; ????????? ????????????? ?????? ????? 127 000 ??? ?????; ?????? ?????? ???????? ???????? 3,2
??? ??? ?????; ? ????????? ?????? ???????? ??????????, ?????????? ?????????? ?????????? ????????-?????? ????? 55 ??? ???
????? [40].

??? ?????? ?????????? ????????? ????????? ?????? ????????, ??????? ?? ?????? ????? ? ??????? – ??????? ????????? ??????? ?
????????????? ?????????, ? ????? ???????????? ????????? ?????? ????? ? ????????? ???????????.

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

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

? ?????? CMIP6 ???????????????? ?????? ?? ????? ???? ???????? ????????? ????????? ????????????. ??? ???????? ????????
????????? ????????? ? ???????, ??????????? ??????? ? ???????? ?????, ?????? ???????? ?????? ?? ??????????, ?????????
????????, ????????? ?????? ????, ????????? ? ????????????????, ?????? ? ??????????? ???????? [41].

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

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

?????? ?????????, ???? ??????, ????????? ?? ? ????????? ????????????. ??? ????? ????????, ????????, ????????? ????????? ??????
? ???????????? ??????????? ????????????? ??????????? ?? ????????? ????????. ??? ????????? ? ??????? ??????????
"???????????????? ??????????".

?????? ?? ????????????? ????? ??????? ?????? ? ???, ??? ??????? ?????? ? ??????? – ????????, ??? ?? ???????? ? ???????? ???????
?????? ???????????? ????????? ???????????. ?????? ????? ??? ???????? ?????????? ? ?????? ???????????? ????????????, ?
?????? ?????????? "????????????" ???????????? ???????. ??? ????? ???? ???????? ???????? ???????? ???????.

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

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

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

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

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

???? ?? ???????? ????????? ?????????? ?????? – ??? ???????? ????????????? ??????? ????????? ? ???, ??? ??? ?????
??????????? ? ???????? ????. ?????? ??? ????? ???? ?????? ??????? ? ????????????? ?????????, ????????? ??????????? ?????
?????? ??? ?????? ????????????? ??????????? ???????.

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

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

???? ???? ? ??????? ??????????. ????????????? ????, ????????? ?? ???????? ????? ????????? ? ??????????? ??????, ?????????????? ????????? ??????? ??????? ?? ?????? ???????. ??????-????????????? ????? ??? ???????????? ????????????? ????? ???? ??????????? ????????????? ??????? ?????: ???????????? ??????????? ????? ? ????????? ? ??????????, ? ????? ???????? ???? ???? (?????? ??????? ?????????).

?????????? ? ??????????????? ??????? ? ???? ???????? ??????? ?? ????? ???? ???? ????????????? ? ?????? ????????? ???????????? ?????? ??-?? ??????????? ???????????????????? ??????????????? ? ?????? ??????????? ?????????? ??????????????? ????????????????????????????. ? ???? ??????, ???????? ????????????? ???????????? ????????????? ? ??????????????? ?????? ???????? ?????????, ? ?????? ???????, ?????????? ?????????????, ?????????? ????. ???? ?????? ?????? ?? ?????? ???????? ????????????? (LES) ? ?????? ???????? ???????????? (DNS). ??? ??????????? ????????????? ???????????? ?????? ??? ?????????? ?????????? ?????? ????????????, ??? ? ???????????? ??????????? ????????? ??????. ??? ???????? ????? ??? ????????? ??????? ?????? ??????????, ??? ????????????? ????????? ? ??????????????? ??????? ? ?????, ?????????????? ? ?????? ???????? ?????????? ????????????????? ????????? [42].

???? ???????? ?????? – ???? ???????? ?????? ??????? ?????? ?? ???????? ???? -?????? ????. ? 2005 ????, ????? ??? ????????????? ??????? ????????????? ?????? "???????", ?????? ?????? ??????, ??? ??? ?? ?????. ????????? ?? ??? ?????????, ?????? ???? ??? ??????? ? ?????????, ? ????? ????? ??? ????????????? ????? ???????? ???? ????????? ??????????? ?????? ??????? ?????? - ?? ???????? ?????, ??????? ? ??????????? ??????????? ???? ?? ?????????? ????????? ??????. ????? ???????? ????? ?????? ??????? ?????? ? ??????????? ??? ????????, ?????? ????? ?????????? ?????? ? ??????????? ??????. ????? ?????? ??????????????, ????????? ??????????? ????????? ?????????? ? ??????, ? ??????? ????????????? ?????. ???? ??????? ?????????? ??????????? ??????. ?????????? ?????? — ??? ??????????? ????, ??????? ??????????? ?????? ???, ????? ?????????? ????? ??????. ?? ?????? ????? ?????? ???????? ?????? ?? ???????, ????? ???? ?????? ????????? ?????????. ?? ?????? ????? ??? ?????? ????????????? ? ??????? ??????????. ???? ?????????? ?????, ?????? ??? ???????? ?? ????????? ? ??????????? ?????????? ?? ??????????? ? ???????? ??????????. ???????? ?????? ??????????? ?????? ????? ?????, ????? ???????? ????? ????????? ????????? ??? ?????????? ????????. ????? ?????? ?? ????????? ?????? ??????? ?????? ??????????? ?? ????????? ? ????????? ??? ??????? ??????? ? ??????????? ??? ?????????? ???????? ??????? ????????. ? ?? ????? ??? ???????? ?????? ????????????? ??????? ?? ???? ?? ?????? ????, ????????????? ?????? ????????????? ????????? ? ??????? ??????? ????? ????????? ???????? ???????. ???????????? ??????, ??????? ??????????? ? ???, ???????? ?????????? ?????????? ????????? ????????, ???????????? ??????. ??? ???????? ? ???? ????? ????, ??? ?????????? ????, ???? ? ?????? ? ???????? ??????? ? ?????????. ????? ??? ??, ??? ? ??? ?????????????? ??????, ??????????? ?????? — ??? ?????? ?????????? ??? ?????????? ????? ??????, ????? ?????????? ?????? ?????? ???????. ????? ?? ???????? ????? ?????? ???????? MERRA-??????????????? ?????? ??????????? ????? ??? ???????????? ? ??????????. MERRA ???????? ? ???? ?????? ?? ???? ??????????? ??????. ????? 30 ??? ??????. ??? ????????? — ??? ???????????? ??????, ??????? ????? ??????????? ??? ???????????? ? ???????. MERRA ????? ?????? ??????????? ?????? ????????, ????????? ? ??????????? ????????? ????????? ? ???????. ? ?? ????? ??? MERRA ???? ??? ????????????? ??????? ?? ?????????? ???????????, ???????? ??????????? ???????????? ????????, ??? GISS, ????? ????????? ???? ????? ?? ????. ?????? GISS ??? ????????? ????????? ??????? ?????????? ?? ????????? 200 ???. ????? ????????????? GISS ????? ?????????? ????????? 1000 ??? ??? ???????? ???????? ??????. ??? ????? ?????

??????? ??????, ????????? ????????????? ???????? ?? ????? 21-?? ????. ? ?????? ???????? ???????? ?? ???????? ????????? ????????, ?????? ?????? ??? ?????? ? ????? ???????. ????????? ????? ??????? ??????????? ?????? ????????? ????????? ?????????????? ???????? ??? ??????? ???? ?????????? ? ??????????? ????????????? ????????????? ??????? ? ????? [43].

????????????? ?????? — ??? ??????????????? ????????, ??????? ??????? ???????????????? ????????, ??????????? ?????????????????? ????????, ??????, ????? ? ?????? ??????????? ????????? ?????. ????? ?????? ?? ????? ????????????? ??????? ? ?????? ???????? ???????-?????????? ?????????? ????????, ???????????? ??? ???????? ????????? ?????. ?????????? ????? ???????????????? ? ????????????? ??????? ????? ???????? ???????? ?????????? ??????????? ??????? ? ?????????? ?? ?????????? ???????? ? ?????????? ?? ?????????? ???????? ????????, ??????? ????? ???? ???? ?????????? ???????? ????????? ??????????. ?????? ???????? ?????????? ??????????? ? ?????? ???? ?????????????, ?. ?. ???????? ? ?????? ????????????? ?????????? ?????? ??? ??????????? ????????. ?????????? ?????????? ????? ??????? ?????? ?????????? ????????????? ????? ?????????? ? ??????????.

?????? ????? ????????? ???????? ? ????????? ?????????? ????????? ?????????????? ????????, ????????? ?????????? ????????? ?????? ??? ???????? ???? ????? ??????? ???????? ?????????? ???? ?? ???????? ???????. ?????? ?????????? ????? ??????? ?????????? ????????????? ??????? ??-???????? ????????? ??????? ????????? ?????????. ??? ????????, ??? ?????? ????????????? ???????? ????? ???? ????????, ? ?? ????? ??? ??????????? ?????????????? ????????, ????????, ???????? ????????, ??????/?????? ?????, ???????????? ???????, ?????? ???????????? ?? ?????? ??????? ???????? ??????, – ?? ????? ???? ?????????. ??? ???????? ? ??????? ?????????? ??????? ? ????? ????? ? ????????? 1-10 ?? (????????????? ??????), ??????? ?????? ?????????? ??? ???????????? ??????????? ??????? ? ????????????? ????????????? ??????? ?????????? ????????, ???????? ?????????? ??????? (????????, ???? ????? ??? ????????? ???) ? ??????? ???????????? ????????????? ????????.

????????????? ????????????? ?????????? ???????? ????????????? ? ???????????? ????????????? ?????? RegCM ? ??????? ?????? 4.5 ?????? ????????????? ??????????, ??????? ?????? ????? ???????????, ?????? ?????????? ?????? ?? ????????? ?????????? 9 ????? ??? ??????? 3×3, ??????? ???????????? ????????????? ????? ???????????, ?????? ????? ???? ???????????? ? ???????????? ??????? ??? ????????????? ????????????, ?????????? ???????? 150, ?? ??? ????????? ???????? ????? ??????????? ???? ?? ????? 12 ??? 10×10 ?????? ?? ?????????.

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

???????????? ?????? ?????????????? ????????????? (The Regional Climate Model system) RegCM, ????????????? ????????????? ? ??????????? ?????? ??????????? ???????????? (National Center for Atmospheric Research, NCAR), ?????????????? ? ?????? ?????? ?????? ??????? (Earth System Physics, ESP) ICTP. ?????? ?????? ??????, RegCM1, ???? ??????????? ? 1989 ????, ? ? ??? ??? ??? ?????????? ????????????? ?????????? ? 1993 (RegCM2), 1999 (RegCM2.5), 2006 (RegCM3) ? ?????? ??????? 2010 (RegCM4). ????????? ?????? ??????, RegCM4, ?????? ????????? ????????????? ESP, ? ?? ????? ??? ?????????? ?????? ?????? ?? ????????. ??? ?????? ???????? ? ???? ???????????? ?????????? ? ???????? ???? ? ??? ??? - ? ??????????????, ? ????? ????????? ????????? ????? ?????????? ??????????????. ?????? ???????? ??????, ??????????? ? ??????? ? ?????????????. ??? ????? ???? ????????? ? ????? ??????? ????, ? ??????????? ????? ?????? ?? 10 ?? (??????????????? ??????), ? ????? ??? ???????? ??????? ???????????, ?? ?????????????? ???????????? ?? ???????????? ? ????????????? ???????? ??????? [44].

? ????????? ????? ?????? ?????? ?? ???????????????? ??????, ??????? ????????? ????? ????? ?????????????? ?????? (??????? ????? ???????? ? ????? 2014 ????), ?????? ? ??????? ????????????? ??????, ????????? ?????? ????????? ?????, ???????????? ????????? ?????????? ???? (?????????, PBL, ???????? ???????????) ? ?????????? ??????????????????? ????????????? ????.

ESP ????? ???????????? ????????????? ???? ????????????? ???????????? (Regional Climate Research Network), ??? RegCNET. ???? RegCNET ??????????? ? ?????????? ? ?????????? ???? ????????????? ??????? ? ?????????? ?????????? ????????????????? ???????? ? ?????? ???? ???? ??? ????????? ????????? ???????? ????????? ??????? ? ???????????? ????????. RegCNET ????? ???????????? ????? ??? ???????? ? ??????? ????????????? ??????? ??? ?????????? ?????????????? ????????, ??????

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

ZLIB – ?????????? ??? ?????????, ?????????????, ?????????? ????? ?? ????????????, ?? ???? ?? ?????????? ???????? ?????????, ?????????? ?????????? ?????? ??? ????????????? ?? ??????????? ????????????? ????????????. ?????? ?????? ZLIB ???????? ??????????????????. ? ??????? ?? ?????? LZW, ZLIB, ?? ????????, ??????? ?? ????????? ??????, ? ??????? ?? LZW, ??????? ? ?????????????? ????????? ???????? ????????? ??? ????????? ?????? ?????. ?????? ??????, ??????????? ??? ?????? ZLIB ?? ????? ??????????? ?? ?????????? ??????? ?????? ? ????? ??????????, ? ??????????? ?? ???????????? ? ???????????? ???????, ??? ????? ?????????? ??? ?????? ???????? ??????.

HDF5 (????????????? ?????? ??????, Hierarchical Data Format, HDF) – ??? ?????? ??????, ?????????? ? ?????? ?????? ??? ???????? ? ?????????? ???????. ????? ????????? ???????? ????? ????? ?????? ? ???????????? ??? ??????? ? ??????????? ?????? ? ????, ? ????? ??? ?????? ?? ??????? ?????????? ? ??????? ???????. ?????? ?????????? ????? ????????????? ??????? ????? ???????????? ?????????? ? ??????? ?????? ??????? HDF5.

NetCDF (Network Common Data Form) – ????? ??????????? ????????? ? ???????-??????????? ???????? ??????, ??????? ????????????? ????????, ?????? ? ?????????? ????????????? ????????-?????????????? ??????? ??????. ??? ????? ???????? ?????????? ??? ?????? ???????? ???????. ?????? ? ??????? netCDF ????????:

Open MPI (????????? ???????? ????????? ? ???????? ???????? ?????, Open Message Passing Interface, Open MPI) – ?????????????? ? ?????????????? ??????????? ?????????????, ?????????????? ? ??????????? ?????????. ????? ???????, Open MPI ????? ?????????? ????, ?????????? ? ??????? ????? ?????????? ????????????????????????? ?????????? ??? ???????? ?????? ????????? ?????????? MPI. Open MPI ?????????? ???????????? ??? ??????????? ?????? ? ???????????? ???????????, ????????????? ?????????? ? ?????????????? ???????????? ????.

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

?????????????, ?????????? ???? ??????????? ????????? ??? ????????????? ???????? ?????? ??????? ? ????? ? ???????? netCDF, ??? ??????????? ???????? ???????????? ??????? ??????? ?? ????? ??? ??????????????. ?????? ?????, ?????????? ???? ????????? ??? ???????? ??????? ??????????? ? ???????????? ???????, ??????? ????? ???? ???????. ??? ??????? ? ??????? 3 ?????? ??????. ?????????? ???? ??????? ??????? ???????? 4 000 000 ??^{2}, ??? ???????????? ?? ??????? 1. ?? ??????????? ??????? ????????????, ????????????? ??????????, ????? ??????? ????????? ???????? ?????? ??????? ?? ??????, ?? ???????? ?????? ????????? ?????????, ????????? ?????????? ????????? ?? ????? ?????? ????.

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

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

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

??? ??? ????????????? ??? ??????? ?????????? ?????????? ??? ??????????? ?? ???????????, ???? ??????? ??????? ??????? ???????
????????? ??????? ?? ?????????? ?????????????. ?????? ???? ?????? ?????? ? ??????? 4 ?????? ??????.
????? ???????? ??????? ????????? ???????, ???? ??????? ??????? ????????? ???????????? ??????? ? ????????? ??????????
?????????? ??? ? ????? ??????? ????, ???????? 9 000 000 $??^2$, ??? ?????????? ?????????? ??????? ????????? ??????? ??
???????????? ???????. ????????? ??????? ???????????? ?? ??????? 3. ????????? ???????????? ?? ??????? 4. ?????????? ????????
??? ?????? ??????? ???????????? ? ??????? 5 ?????? ??????.

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

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

?????????????? ??????? ?????? ??????? ? ????? ? ???????? netCDF ? ??????? ??????? ?????????? ??? ???????????? ???????

????????? ??????? ?????? ??????? ? ????? ? ???????? netCDF ? ??????? ??????????? ?????????

???? ??????????? ??????????? ??????????? ??? ?????????????? ????? ???????? ?????? ??????? ? ??????? NetCDF ? ???????
?????????? netcdf4 ??? ????? Python
?????????????? ???????? ?????? ??????? ?????????? ? 6 ?????? ???? ???? ??????????????, ??????? ??????????? ? ??????? ??????
????????? ???????? ?????? ??????? ? ???? ?????????.
???? 0. ???????????? ????????? ????????? ? ???????? ???????? ??????? ? ?????? ? ???????? ??????? ????????? ???????? ????????
?????? ???????, ? ????? ????????? ???????????? ???????? ?????? ??? ?????? ???????.
??????? 1 – ??? ????? ????????????????? ????? ?????? ???????, ? ??????? ????? ?????????? ???????? ?????? ???????.
print('0 - ???????????????? ???? ? ???????? ?????...')
# ???????????????? ???? ??????? (longitude, X)
print ('??????? ???????? ????????? ???????? ??????: ')
wantedXstart = int(input())
print ('??????? ???????? ???????? ???????? ??????: ')
wantedXend = int(input())
# ???????????????? ???? ?????? (latitde, Y)
print ('??????? ???????? ????????? ???????? ??????: ')
wantedYstart = int(input())
print ('??????? ???????? ???????? ???????? ??????: ')
wantedYend = int(input())
# ??????????????? ???? ???????? ???????????? ??????
print ('??????? ???????? ???????? ???????????? ?????: ')
wantedHeight = int(input())

????? ????? ?????????? ???????? ?????, ?? ???????? ????? ??????? ???????? ?????? ? ???????? ??????? ??????, ????? ??? ??
???????? ?? ??????? ????????? ? netCDF ????? (??. ??????? 2).
??????? 2 – ??? ???????? ????????? ????? ? ???????? ??????, ????????? ?????????????, ?? ?????????????? ?????????? ?
??????????? ?????????? ???????? ? ?????.
readDset = netCDF4.Dataset('input.nc', 'r', format='NETCDF4')
# ???????? ?? ?????????? ?????? ?? ??????? ???????????? ? ??????????? ??????? ? ??????
minMaxError = 0
if (readDset.variables['lon'][:].min() > wantedXstart):
print('???????? ??????? ????????? ?????????? ????????? ????????' + str(readDset.variables['lon'][:].min()))
minMaxError = 1
if (readDset.variables['lon'][:].max() < wantedXend):
print('???????? ??????? ????????? ??????????? ????????? ????????' + str(readDset.variables['lon'][:].max()))
minMaxError = 1
if (readDset.variables['lat'][:].min() > wantedYstart):
print('???????? ?????? ????????? ?????????? ????????? ????????' + str(readDset.variables['lat'][:].min()))
minMaxError = 1
if (readDset.variables['lat'][:].max() < wantedYend):
print('???????? ?????? ????????? ?????????? ????????? ????????' + str(readDset.variables['lat'][:].max()))
minMaxError = 1

???? 1. ???????? ????? ? ????? ???????? ? ????????? ???????, ?????? ??????? – ????? ??????, ??????? ?????? (?????? ??????
???????) ? ??????? (?????? ?????? ???????). ???????? ?????? ? ??????? ???????? ? ????????? ???????? ? ??????? ?????????? ?????
???????? ? ???? ???????? ?? ?????????, ???????? ????????????? (??. ??????? 3).
??????? 3 – ??? ????? ?????? ???????? ????????? ??????? ??? ????????? ?????? ???????.
print('1 - ????? ???????? ????????? ??????? ??? ????????? ?????? ???????...')
# ????? ??????? ???????? ??????? ??? ????????? ?????? ???????
# ??? ???????
for X in readDset.variables['lon'][:]:
if (X < wantedXstart):
Xstart += 1
if (X < wantedXend):
Xend += 1

```python
# ??? ??????
for Y in readDset.variables['lat'][:]:
if (Y < wantedYstart):
Ystart += 1
if (Y < wantedYend):
Yend += 1
```

???? 2. ?????????? ????????? ???????? ?????, ? ??????? ????? ???????? ?????????? ???????? ?????? ??????, ?? ?????? ? ?????????? ??????? ????????? ? ????????? ?? ???????? (??. ??????? 4).
??????? 3 – ??? ???????? ?????, ? ??????? ????? ????????? ?????????? ???????? ?????? ???????, ?? ?????? ? ?????? ??????? ????????? ? ?? ????????.

```python
writeDset = netCDF4.Dataset('GMTED_DEM_30s.nc', 'w', format='NETCDF4')
print('2 – ?????? ??????? ????????? netCDF ????? ? ?? ????????...')
zSize = len(readDset.variables['z'])
latSize = len(readDset.variables['lat'])
lonSize = len(readDset.variables['lon'])
writeDset.createDimension('z', zSize)
writeDset.createDimension('lat', latSize)
writeDset.createDimension('lon', lonSize)
z = writeDset.createVariable('z', np.int16, ('lat','lon'))
```

???? 3. ???????? ???????, ? ??????? ????? ????????? ????? ???????? ????? ? ?????????? ???????? ???????? ? ????.
??????? 4 – ??? ???????? ??????? ??? ????? ???????? ????? ? ?????????? ???????? ???????? ? ????.

```python
print('3 - ???????? ??????? ? ??????? ????? ????????? ????? ???????? ?????...')
tempZ = np.array([])
tempZ = readDset.variables['z'][:]
```

???? 4. ?????????? ????????? ???????? ?????? ??? ???? ????? ? ???????? ???????, ???? ???????? ?????? ??????, ??? ?????? ?????????????, ? ?????????? ???????? ? ????????????? ??????. ????? ???? ?????????? ?????? ???????? ? ????? netCDF ????.
??????? 5 – ??? ????????? ???????? ?????? ??? ???? ????? ? ???????? ???????.

```python
print('4 - ????????? ??????? (????????? ????????? ?????, ?????????? ????????? ??????????)...')
i = Ystart
j = Xstart
for yCoordHeights in readDset.variables['z'][Ystart:Yend]:
for xyHeight in yCoordHeights[Xstart:Xend]:
if xyHeight > wantedHeight:
xyHeight = wantedHeight
tempZ[i,j] = xyHeight
j = j + 1
i = i + 1
j = Xstart
z[:] = tempZ
```

???? 5. ??????????? ???????? ????????? ????? ????????? netCDF ????? ? ?????.
??????? 6 – ??? ??????????? ???????? ????????? ????? ????????? netCDF ????? ? ?????.

```python
print('5 - ??????????? ???????? ????????? ????? ????????? netCDF ????? ? ?????...')
lat = writeDset.createVariable('lat', np.float64, ('lat'))
lat[:] = readDset.variables['lat'][:]
lat.long_name = 'Digital terrain model elevation'
lat.standard_name = 'height'
lat.units = 'degrees north'
lat.actual_range = [min(lat[:]), max(lat[:])]
lon = writeDset.createVariable('lon', np.float64, ('lon'))
```

```
lon[:] = readDset.variables['lon'][:]
lon.long_name = 'Digital terrain model elevation'
lon.standard_name = 'height'
lon.units = 'degrees east'
lon.actual_range = [min(lon[:]), max(lon[:])]
```

???? 6. ?????????? ? ???????? ??????.
??????? 7 – ??? ?????????? ? ???????? ??????.

```
print('6 - ?????????? ? ???????? ??????...')
writeDset.close()
readDset.close()
```

??????? ??????? ??????????? ??? ???????????? ??????? ? ??????? ????????????? GrADSNcPlot ????? ?????????? ?????????????, ????? ????, ??? ?????????? ????????, ??????? ?? ???????????? ??????? ??????????? ??? ???????????? ??????? ? ?????? ??????. ?????????????, ?????????????? ?????????? ?????????? ?????????, ??????? ?? ???????? ???????? ?????????? ???????? ?? ?????, ?? ???? ????????, ??? ? ????????? GrADSNcPlot, ??????? ?????????????? ??? ????????????, ??????? ??????? ??????? ???????? ???????? ??? ???????????. ??, ???????? ????????, ??? ?????????? ??? ??????? ????? ??????? ????????? ? ????????? ??, ????? ??????? ???????. ??? ??? ?????? ???? ??????? ?????, ?? ??? ???? ?????, ? ??????? ????????? ?? Python, ? ???? ??????? ?????????? GrADSNcPlot, ????? ????, ?????????? ??? ?????? ????????????? ? ?????????? ??????? ???????? ???????????.

??????? ??????????? ? ??????? GrADSNcPlot ????????? ?? ?????????? ????????: ??????? ????????? ??????? ??????????? ??? ????????? ??????? ?? ???? ? GrADSNcPlot, ????? ????, ????????? ????? ?????? ????????? ????????????? ? ??????? ???? ????????? ?? Python, ?? ???? ?????????? ???????? ???????? ??????????, ??????????? ? ??? ??? ????????????? ??????? ????????, ????? ???? ? ???????? ????????? ??????? ???????? ???????????.

??????? ????????? ?????????? GrADSNcPlot, ??????? ????????? ??????????? ???? (??. ??????? 8).
??????? 8 – ??? ???????? ??????????? GrADSNcPlot ??? ?????????? ?????.

```
folder = './output/'
fileFolder = '2018-01/'
fileName = 'vlg_2018_SRF.2018100100.nc'
path = folder + fileFolder + fileName
cmd = ['./bin/GrADSNcPlot', path]
proc = subprocess.Popen(cmd, stdin=subprocess.PIPE, stdout=subprocess.PIPE, stderr=subprocess.PIPE)
```

????? ????? ????? ??????????? ???? ? GrADSNcPlot, ?????????? ???????, ? ??????? ??????? ?????????? ?????? ??????? ??????????? ??? ????????? ???????, ? ????????? ????????? ???????, ?????? ? ????????? ?????, ? ??????? ????????? ??????? (??. ??????? 9). ? ???? ??????, ??? 36-48 ??????? ? 50-54 ??????, ????????? 'ts', ??? ???????? ??????????? ? ???????????. ??????? ????????????? ? ??????? 4 ?????? ?????? ?? ??????? 5.
??????? 9 – ??? ???????? ?????? ? GrADSNcPlot ??? ??????? ??????? ??????????? ?? ????.

```
proc.stdin.write(b'set t 1 last\n')
proc.stdin.write(b'set lon 36 48\n')
proc.stdin.write(b'set lat 50 54\n')
proc.stdin.write(b'average=aave(ts,lon=36,lon=48,lat=50,lat=54)\n')
proc.stdin.write(b'd average')
o, e = proc.communicate()
```

????? ???? ?????????? ?????????????? ?????? ?????? ? ????? ?? ???? ???????? ???????? ?????????? ? ??????? ??????????? ?????????.
??????? 9 – ??? ?????????????? ??????? ?????? ?????? GrADSNcPlot ? ????? ?? ???? ???????? ???????? ??????????.

```
string = ''.join(o.decode('ascii'))
splitString = string.split('d average')
resultAveTemperature = ''.join(splitString[1])
temperatures = re.findall(r'\d*[\'.\']\d*', resultAveTemperature)
```

????????? ????? ???????? ?????? ??????? ??????????? ? ??????? Python ? ????? ???????? ?? ?????.
??????? 10 – ??? ??????? ???????? ???????? ??????????? ??? ??????

```
summaryTemp = 0
count = 0
print('Output: ')
```
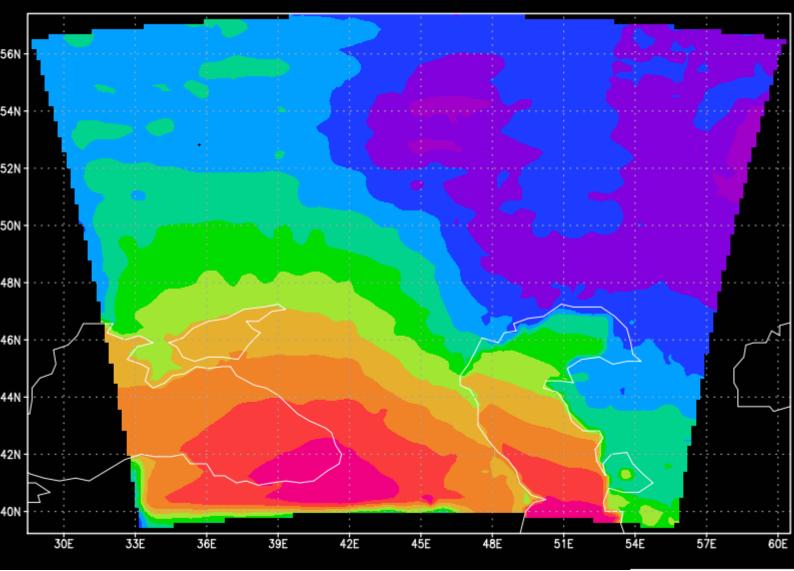
```
for temp in temperatures:
    summaryTemp += float(temp)
    count += 1
print('Average Temperature: ' + str(summaryTemp/count))
```

??????? ??????? ????????? ??????? ? ??????? ???????? ??????? ?? ????????? ?????????????
??? ???????? ??????? ????????? ??????? ?? ???????? ?????????????, ???????? ?????? ??????? ? ????????? ?????????????, ??
??????????? ??????? ????????? ???????, ???? ?????? ???????? ?? ?????????.
?????? ??????? ?????????? ??????????? ??? ???????, ????????????? ?? ??????? 5.

??????? 5 – ??????? ??? ??????? ?????????????? ??????? ???????? ???????????.

??? ????? ?? ?????????, ??????????? ?? ??????? 6, ??? ??????? ???????? ?????????? ???????? ????????? ????????, ??? ????????
?? ??????? 2000x2000, ??? ??????? ???? ?????????? ?? ????? ???????, ? ??????? ??????? ????????, ?????????? ??????????
???????? ?? 1 ??????, ????? ???? ???? ???????????. ? ????? ? ????, ???? ??????? ??????? ????????? ????????????? ?? ???????
???????? 3000x3000 ?????????? ? ?????? ????????? ?????????? ???.

Температура, градусы Цельсия

	Область 2000x2000, без среза гор	Область 2000x2000, со срезом гор	Область 3000x3000, со срезом гор	Область 4800x4800, со срезом гор

■ Значения температур

??????? 6 – ????????? ???????? ?????????? ? ?????? ??? ????????? ???????? ????????? ????????
?????? ?????, ???? ????????? ?? ?????????? ?????? ????????? ???????, ?????????????? ?? ???????? 7-9, ?? ?????? ?????????, ???
?????????? ??????? ????????? ??????? ????? ? ?????????? ??????????? ?????? ??????????, ??, ??? ????, ????? ??????????? ???
?????????????. ??? ????, ????????? ??? ???????? ?? ??????? ? ???????? 3000x3000 ?????????? ? ??????? 4800x4800 ??????????
????? ???????, ??? ??? ???????? ?? ??????? ???????? ??????? ? ??????? ???????? ???????.

??????? 7 – ?????????? ??? ????????? ??????? ???????? 2000x2000 ??

??????? 8 – ?????????? ??? ????????? ??????? ???????? 3000x3000 ??

??????? 9 – ?????????? ??? ????????? ??????? ???????? 4800x4800 ??

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

??? ???????? ??????? ??????? ?? ??????????, ???? ??????? ??????? ??????? ?????? ????? ??????? ??????? ???? ? ?????????? ??????? ??????????? ??? ??????? ??? ??????, ????? ??????? ??????????? ??????, ??????? ???? ????????????? ???????? ?????? ???????, ? ????? ??? ??????? ??????? ???, ?? ?????????? 700 ??., ????? ???????, ??? ???? ?????? ???????? ? ??????????. ??????? ??? ?????? ???? ???????????? ?? ??????? 5, ? ??????? 4 ?????? ??????. ?? ?????????? ?????????????, ????? ???????, ???, ? ???????, ?????????? ?????????? ?? 4 ???????, ??? ???????? ???????? ????????? ???????????.

Температура, градусы Цельсия

Легенда: ■ До среза гор ■ После среза гор

??????? 10 – ????????? ??????? ???????? ?????????? ?? ???????
??, ????? ???????? ??????????? ?? ?????????? 700 ?? ???????? ???, ????? ???????, ??? ?????? ????? ?????? ????????????

??????????? ????????? ? ??????????? ??????????????? ?? ?????. ????????? ?????????? ??????????? ?? ??????? 11.

Температура, градусы Цельсия

■ До среза гор ■ После среза гор

??????? 11 – ????????? ??????? ???????? ?????????? ?? ??????? ???????? ??? ?? 700 ??.

?????? ?????, ????? ??? ????? ??????? ??????? ???????? ?????? ??????? ?? ???????????, ???? ??????? ??????????, ??????? ???????? ??????? ??????? ???????? ?????? ??????? ?? ???????? ????????? ???? ?, ?????????????, ????????????? ?????. ? ?????????? ????????? ???????? ?????? ???????, ????? ?????????????? ????? ?????????? ? ?????????? ????????? ????? ???????????. ?????????? ??????????? ?? ??????? 12, ????? ???? ???????? ???????? ?????? ??????? ? ?????? ?????????? ???? ??? ???????? ????????? ???????, ? ?????? ?????????? ????????????? ??? ????????? ???????? ?????? ???????.

??????? 12 – ?????????? ????????????? ?????

??????? ???????????? ?????????????????? ???????????? ? ??????????? ???????????? ????????????? ?????? RegCM
??? ?????? ???????? ????????? ??? ???????????? ??????? ?????????? ???????????? ? ??????? RegCM, ???? ?????? ???????
????????? ?????? ??? ?????? ????? ?? ???? ????????????.
?????? ???????????? ????? ?????? ?????????????? ??????????? ?????? ? ???????? ??????? ??????????.
????????????? ?????? ????????????
????????????? ?????? ????????????
????????????? ??????? ????????????
??????? ???? ???????? ???????????? ??? ?????? ????????????, ??? ???????? ????????? 36845 ?????? (??????? 13).

```
Final time  2018-01-31 00:00:00 UTC reached.
Elapsed seconds of run for this month :    36845.8047
: this run stops at  : 2020-04-28 06:12:22+0400
: Total elapsed seconds of run :    36845.848990001112
RegCM V4 simulation successfully reached end
```
??????? 13 – ?????????? ???????????? ?? ?????? ????????????

????? ???? ???????? ???????????? ?? ?????? ????????????. ??? ???????? ????????? 15352 ??????? (??????? 14). ??? ????????, ???
???????????? ?????????? ? 2,4 ????. ????????? ????? ??? ? 2 ???? ??????????? ?????? ????? ??????????? ?????? ? ???????????,
????? ?????????????? ??? ???????????? ??????????.

```
Final time  2018-01-31 00:00:00 UTC reached.
Elapsed seconds of run for this month :    15352.3848
: this run stops at  : 2020-05-06 02:22:15+0400
: Total elapsed seconds of run :    15352.411838433075
RegCM V4 simulation successfully reached end
```
??????? 14 – ?????????? ???????????? ?? ?????? ????????????

??????? ?????? ?????????? ?? ??????? ???????????? ? ??????? ????????? 8528 ?????? (??????? 15). ??? ???? ????????? ? 1,8 ????.
????????? ????? ??? ? 2 ???? ??????????? ???, ??? ???????????? ?????: ????? ?????????? ????? ??????????? ??????, ??????????
?????????? ? ?????????? ?????? ?????? ????????? ????.

```
Final time  2018-01-31 00:00:00 UTC reached.
Elapsed seconds of run for this month :    8528.6881
: this run stops at  : 2020-05-21 21:29:43+0300
: Total elapsed seconds of run :    8528.718375671564
RegCM V4 simulation successfully reached end
```
??????? 15 – ????????? ???????????? ?? ??????? ????????????

?????? ???????????? ???????????? ?????? ???? ????????? ? 4,3 ????, ??? ????????? ?????? ? ??????? ??????? ?????????????????
???????????? ????????????? ?????? RegCM.

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

? ???? ???????? ? ?????????????? ?????????????? ????????????, ???? ???? ??????? ????????????? ???????? ? ?????????? ??????? ?????????, ? ?????????, ??? ?????????? ???????? ?? ????? ???????????????? ????????, ? ???? ?????? ??????????? ??-4 (?????????? ?????????? ?????????? ????? ?????? ?????????, ????????? ??????? ?????????? ? ?????????? ??????????????? ?????????????).

? ???? ???????? ? ?????????????? ?????????????? ????????????, ??????????? ?????????? ?????????? ???????????????? ????? ?????? ? ??????, ????? ???? ????????? ????????? ????????? ???????. ??? ????????? ??????????? ??????????? ? ?????? ??? ????? ? ? ???? ????? ???? ??????? ??????????? ??-7 (?????? ?????????? ????????? ???? ??????????? ? ??????????, ??????? ???? ? ??????? ???????? ???????? ?????????? ? ?????????? ???????????).

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

? ?????? ?????? ??????, ???? ???????? ?????????????????? ?????? ???????? ??????????, ??? ??? ?? ????????????? ??????, ? ??????? ?????????? ???????, ????? ????????? ???????? ????????????? ?????????? ? ?????? ???????? ?????? ?????? ?? ??????, ? ???? ?????? ???? ?????? ????? ????????????? ???????????, ??? ??? ?????? ??????????? ? ????????? ????????, ? ????? ? ??? ???? ??????? ??????????? ???-4 (???????? ???????? ? ???????? ?????????? ? ???????? ???????????? ??????????????? ????????, ?????????? ???????? ?????????? ? ??????????????? ????????????, ? ??? ????? ?????? ???????????????? ?????).

? ???? ?????????? ????????????? ?????? ? ??????? 1, ? ????? ???????? ??????????? ????????????, ??????????? ? ???? ???????? ? ?????? ????????? ?????????????????? ?????? ????????? ???? ??????? ??????????? ???-5 (??????????? ???????????? ??????????? ???????????? ?????????? ?????? ?????????? ??? ??????? ??????????? ??????, ??????????? ??????? ???? ?????????? ? ??????????? ???????? ???? ? ???????? ? ???????).

? ???? ?????????? ????? ??????? ?????????? ? ?????????? 1.5.1 ? ???????? ????????? ??????? ??????? ??????????? ?? ?????? ????????????? ???????????? ??????????? ? ??????? 3.2 ????????? ???????????????? ?????? ????????? ???? ??????? ??????????? ???-6 (??????????? ???????? ? ????????? ?????? ?????????? ????????????? ?????? ? ????????? (??????????-, ?????????- ??? ??????????-?????????-) ??? ??????? ??????????? ??????).

????? ??????? ?????????? ????????? ????????????????? ?????? ????????? ???? ??????????? ??????? ?? ?????????? ?????? ? ???? ??????? ??????????? ??-10 (??????????? ????????????, ????????????? ? ????????? ??? ???? ????????? ????????????).

? ???? ?????????? ????? ????????????? ???????? ?????? ??????? ? ??????? ??????????? ???????????? ??????????? ? ??????? 2 ?????? ????????? ????????????????? ?????? ????????? ??? ?????? ??????? ???????? ????? ???????? ?????? ?????? ?? ???????????? ? ???? ??????? ??????????? ??-17 (??????????? ??????????? ?????????? ?????????? ???????? ????????????????? ???????????? ? ????????: ???????? ? ???????????).

? ?????? ?????????? ? ?????????? ????????? ????????????????? ?????? ????????? ???? ?????? ?????????? ??? ?????????????, ??? ? ?????????? ?? ?????? ??????? ??? ???????? ???????????? ????? ? ??????? 1 ? ???? ??????? ??????????? ??22 (??????????? ????????? ????, ?????? ??????-??????????? ??????????, ?????????????? ? ??????????? ????? ?? ???????? ????????????).

?????????? ?????????? ???? ????????? ? ???? ?????? ? ?????????? ????????? ????????????????? ?????? ????????, ? ????? ? ???, ???? ??????? ??????????? ??-26 (??????????? ????????? ?????????? ??????? ?????????? ? ???? ???????????, ??????-??????????? ???????, ?????? ? ???????? ?? ??????-??????????? ????????????).

? ?????? ?????? ?????? ???? ??????????? ????????? ??? ????????????? ???????? ?????? ??????? ? ?????? ? ???????? netCDF, ??????? ?? ???? ??????? ? ???????? ???????, ? ???? ??????? ??????????? ??-27 (??????????? ??????????? ????? ??????????????????????? ???? ? ????????????? ?? ? ????????).

? ???? ?????????? ????? ?????????????? ???????? ?????? ??????? ? ???????? ??????? ??????????? ? ??????? 3 ? ?????? ?????? ????????? ????????????????? ?????? ??? ???????? ?????? ???? ??????? ? ??????????? ????????????? ??????????? ??????????? ? ???? ??????? ??????????? ??-33 (??????????? ?????????? ?????????? ?? ???????????? ????????????? ?????).

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

???? ??????? ???????????? ???????????? ????????????? ?????? RegCM. ????????? ?????, ???? ???????? ?????????? ??? ????????????? ???????????? ????????????? ?????? ? ?????? ? ???, ? ??????: ??????????? ? ??????? ????????????????? ?????????????, ????????????? ? ??????????? ???? ????????????? ??????.

????? ???????? ?????????? ? ????????????, ??? ??????? ???????????? ?????, ? ??????? ???? ??????? ??? ?????????? ?????????? ? ????????????? ???????, ?? ??????????? ? ???????? ??????, ? ???????????? ????????????? ?????? RegCM ? ?????????.

???? ??????????? ??????????? ??????????, ??????????? ????????????? ?????? ? ????????? ??? ??? ????????????? ? ??????? ???????????? ????????????? ?????? RegCM, ? ????? ????????? ??? ???????? ??????? ??????????? ??? ????????????? ???????.

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

Neelin J.D. Climate Change and Climate Modeling. Cambridge: Cambridge University Press, 2015. 304 p.

?????????? ?.?. ?????????? ?????????? ????????????? ?????? ??? ???????????? ?????? ????? // ????? ????????? ?????????? ??????? ?????????? ??????? ????. 2018. ?. 68, ?2. ?. 38-41.

Drake J.B. Climate Modeling for Scientists and Engineers. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2014. 173 p.

Gettelman A., Rood R.B. Demystifying Climate Models. Heidelberg: Springer-Verlag GmbH, 2016. 274 p.

Brasseur G.P., Jacob D.J. Modeling of Atmospheric Chemistry. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. 630 p.

?????????? ?.?. ????????????? ?????? ????????? ??? ???????? ????? ?? ?????????? ?????? // ???????? ?????????? ?????. 2013. ?8-1. ?. 42-48.

Washington W.M., Parkinson C.L. Introduction To Three-dimensional Climate Modeling. 2 ed. Mill Valley: University Science Books, 2005. 368 p.

Williams P.D., Larcher T. Modeling Atmospheric and Oceanic Flows: Insights from Laboratory Experiments and Numerical Simulations. Washington, D.C.: American Geophysical Union, 2014. 273 p.

?????????? ?.?. ?????? ??????? ? ?????? ????????? ?????????? ???????? ?????? // ?????? ?????????? ???????????????? ???????????? ???????????? ??. ?.?. ???????. ?????: ???????????? ?????. 2011. ?S3. ?. 186-199.

Trenberth K. Climate System Modeling. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. 820 p.

Jacobson M.Z. Fundamentals of Atmospheric Modeling. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 828 p.

????? ?.?. ?????? ? ??????. ?????????? ?????????? // ??????? ?????????? ????????????. 2019. ?2. ?. 81-89.

Khain A.P., Pinsky M. Physical Processes in Clouds and Cloud Modeling. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. 640 p.

Kalnay E. Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 368 p.

Franzke C.L.E., O'Kane T.J. (Eds.). Nonlinear and Stochastic Climate Dynamics. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. 466 p.

Griffies S. Fundamentals of Ocean Climate Models. Princeton: Princeton University Press, 2018. 528 p.

Mensink C., Gong W., Hakami A. (Eds.). Air Pollution Modeling and its Application XXVI. Berlin: Springer, 2019. 490 p.

Moreira D., Vilhena M. (Eds.). Air Pollution and Turbulence: Modeling and Applications. Boca Raton: CRC Press, 2009. 354 p.

Robinson W.A. Modeling Dynamic Climate Systems. Berlin: Springer, 2013. 213 p.

Badescu V. (Ed.). Modeling Solar Radiation at the Earth's Surface. Berlin: Springer, 2008. 517 p.

Shen S.S.P., Somerville R.C.J. Climate Mathematics. Cambridge: Cambridge University Press, 2019. 456 p.

Cameletti M., Finazzi F. (Eds.). Quantitative Methods in Environmental and Climate Research. Berlin: Springer, 2018. 136 p.

Trisurat Y., Shrestha R.P. (Ed.), Alkemade R. (Ed.). Land Use, Climate Change and Biodiversity Modeling. Pennsylvania: IGI Global, 2011. 512 p.

??????? ?.?., ??????? ?.?. ?????? ????????????? ??????? ????? // ????????????????? ?????????? ? ?????, ??????????? ? ??????????????. ??????: ?????????? ??????????????? ??????????? ????? ?.?. ?????????? ???????????? ???, 2017. ?. 7-16.

Pasini A. From Observations to Simulations. Hackensack: World Scientific Pub Co. Inc., 2006. 216 p.

Salby M.L. Physics of the Atmosphere and Climate. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. 718 p.

Armstrong R.L., Brun E. (Eds.). Snow and Climate. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. 256 p.

??????? ?.?., ?????? ?.?., ??????? ?.?., ???????? ?.?., ????????? ?.?., ???????? ?.?. ????? ????????? ????????????? ??????? // ????? ??????? ????????????? ???????????? ??. ?.?. ????????. 2014. ?575. ?. 5-64.

Lakshmi V., Albertson J., Schaake J. (Eds.). Land Surface Hydrology, Meteorology, and Climate. Washington, D.C.: American Geophysical Union, 2001. 246 p.

Mullan B. (Ed.). Atmospheric Modeling, Analysis and Applications. New York: Callisto Reference, 2019. 222 p.

Gao S., Li X. Cloud-Resolving Modeling of Convective Processes. Berlin: Springer, 2008. 206 p.

?????? ?.?., ??????? ?.?. ????????????? ??????: ?????????? ??? ???????? // ???????. 2009. ?5(1125). ?. 25-31.

Behrens J. Adaptive Atmospheric Modeling. Berlin: Springer, 2006. 236 p.

McGuffie K., Henderson-Sellers A. The Climate Modelling Primer. 4 ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2014. 456 p.

Archer D. Global Warming. 2 ed. Hoboken: Wiley, 2011. 212 p.

Dessler A. Introduction to Modern Climate Change. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2016. 273 p.

Raju K.S., Kumar D.N. Impact of Climate Change on Water Resources. Berlin: Springer, 2017. 266 p.

Kaper H., Engler H. Mathematics and Climate. Philadelphia: Society for Industrial & Applied Mathematics, 2013. 317 p.

Smith P. Atmospheric Science. New York: Syrawood Publishing House, 2016. 197 p.

?????????? ?.?. ???????????????? ???????????? ? ?????????????? ?????????? ????????????? ?????? // ????? ? ???????????: ??????? ??????? ???? ??. ?.?. ???????. 2013. ?1. ?. 65-80.

Peng G., Leslie L.M., Shao Y. (Eds.). Environmental Modelling and Prediction. Berlin: Springer, 2002. 457 p.

Olaguer E.P. Atmospheric Impacts of the Oil and Gas Industry. Amsterdam: Elsevier, 2016. 170 p.

Muller P.K., Hasselmann K. Computer Modelling in Atmospheric and Oceanic Sciences. 6 ed. Berlin: Springer, 2013. 877 p.

????????? ?.?., ?????? ?.?., ????? ?.?., ???????? ?.?. ????????????? ???????????? ????????????? ?????? ??? ??? ?????? ?? ?????? RegCM 4.5 // ?????????????? ?????? ? ???????????? ?????????????. 2019. ?. 22, ?3. ?. 68-95.

??????? ?.?. ???????????? ????????????? ?????? RegCM // ????? ??????? ?????? ?????????? ??????????????????? ????????????. 2012. ?9. ?. 130-133.