????? ????E, ?????? ???? ???????? ???????? ?????? ???? ?????? ??????, ? ???? ? ?? ?? ???????????????, ??????? ?? ???????? ????????? ??????? ? ??? ???? ???? ???? ???????????. ?? ???? ?? ??????????? ??? ?????, ? ??? ???????????? ???????? ??????, ???? ???? **?. ?.** ? ?????, ?????? ?? ??????? ??????. ?????? ?????? ???????? ?? ??????? ??????, ???? ???? ?? ???????????? ??????? ??????????? ????? (?????????) ? ????? ????? ???? ???????????? ????????? (???????), ? ? ?????? ?? ??????? ??????????? ??????. ????????????? **?. ?.** ?????? ?? ?? ?????? ???????? ??????? ???? ???? ???? ????????????? (?????? ?????? ??????? ? ?????? ?????? ???????????) ? ??????????????? (??????? ??????? ?????????? ???????? ??????). **?. ?.** ?? ?????? ?? ????????? ?????? ?????? ???? ?? ??: ?????? ?? ?????? ?????? ?????????? ?????????? ?????? (?????, ?????????), ?????? ?? ?????? ?????? ?????????? ??????????? ?????? (?????????, ?????????? ??? ????????? ?? ????? ???????) ? ?????? ?? ?????? ??????????? ????????????? ????? (**?. ?.** ?? ?????? ?????????, ??????? ?????????? ???????? ? ??.). ? ?????? ?????? ?????? ?? ?????? ??????? ?????????? ?????????? ??????????, ? ???? ???? ?? ?????? ??? ????? ?????? ?????. **?. ?.** ?? ?????? ?? ????????? ?????? ?????? ???????????? ???? ?? ?? ????? ? ??????. ????? ?? ???????? ????????? ????????, ??? ?? ??????? ?????? ?????????. ????? ?? ????????? ??????? ?????? ???????????? ??????? ???????????? ???? ???? ??, ?? ??????? ?? ??????? ?????? ???????, ????? ????????? ? ?? ???? **?. ?.** ?? ????? ?? ?????? ?????????. ??????????????? ??????? ?????? ??????????? ?? ? ??????? ????????? ??????? (?????? ?? ?????? ???????????? ???????? ? ??????????????? ?????? ????????? ??????? ????????), ??????? ??????????????? ??????? (?????? ?? ?????? ???????? ??????, ????????? ????? ????????? ?????? ????? ? ????? ????????? ?????? ??????) ? ??????? ??????????????? ???????, ?????????? ? ??????????????? ??????? (????????).

???? **?. ?.** ????????????? ?? ??? ?????. ?????????? ?????? ?????? ???????? ?? ?? ???? ????? ????????? ???????? ?? III ?. ?.?.?. ?????????? ????????? ?????? ? ????????????? ?????? ???????? ?? ???????? ???????????? ??????????, ???? ?? **?. ?.** ???????? ?????? ?????. ??????? ???????? ?????? ?????? ?? ???????? ?????????? ? ?????????? **?. ?**. ????? ??????. ???????? ???? ?? ?? ???????? 1797. ? 1800. ? ?????????? ? ????????????? ?????? ???????????? ?? ???????? ??????. ???????? ???????? ?????? ????????? ? ??????? ?????? ?? ???????? ?? ???????? ???????? ?????? ????? ????????? ?? ????????? ?? ?? ????? ?????????? ??????? ?? ?????????????? ???? ???? (0.00254 ??), ? ????? ?? ??????? ??????? ???? ?? ? ? ?????? ????????? ???????????? ????????????. ?? ????????? ?????? ?? ????????? ??????? ??? ?? ? ?????? ?????? ?????. ??????? ? ???????? ?????????? ??????? ?????? ?? ? ?????? ?? ?? ??? ?????? ????? ?????????? ?? ??????. ?????????????? ?? ??????? ?????????? ????: ?????????? ????? ?? ????????? ??????? (?. M. ???????, ?????? 1873), ???????? ????? (?. ???????, ?????? 1889) ? ?????????? ?????????? ???????? (?. M. ??????? 1891). ???????? XX ?. ????????? ?? ????????? ???????? ?????????? ? ????? ???????? ???????, ? ??????? ? ???? ??????? ?????????? ??????? ????????? ?? ???????????????? ??????????. ???? ?? ????? ?? ?????????? ?????????? ?????????, ????? ?? ????? ??? ?????? ???????? ? ???????, ? ???? ???? ??????? ????????? ?? ??????. ????? ?????? ????? ?? ???? ?? ?????????? ??????? ? ?????? ???????????? ???????? ?? ?????? ????? ?????????? ???????? ?????? ??????? ???? ??????? ??????????. ??????? ????? ?? ?????????? ??????, ? ?????????? ????????????? ? ????????????? ?? ??????? ?????????? ???????. ????????? ????????? ? ?????????? ??????? ???????? ?? ? ?? ????? ??????????, ?????????? ? ?????, ??? ?? ????? ?????? ????? ? ????????? ??????????? ?????????? ????????? ?????????. ? ????? ??????? ??????? ??????????, ???? ?????? ? ????????? ?????? ?? ???????? ???? ???????. ????????? ??????? ????? **?. ?.** ???????? ?? ?? ?????? ?????, ???? ?? ??? ?????? ??? ?????? ????? ? ???????? ?? ???????. ????? ?????? ???? ?? ???????? ????????? ? ??????????? ????????? ?? ?????????? ?? ?????? ?? ????? ????? **?. ?.**, ? ?????? ???????????????? ?????? ?? ?? ?? ????? ?? ???? ?? ???? ???? ???????. ???? ?? ???. ???? ????????? ???????? 1818, ? ??????????? ????????? ? ?????? ???? ???????? ???????? ??????? ?? ?. ?. ????? 1862.

?. ?. ? ????? ? ?????? ????? ????? ????????????? ???????? ? ?????????. ?????? ?????, ?????????? ? ?????? ? ???? ??????? ??????????? ???????? ???? ?? ???????? ? ?????? ???????. ?????? ??? 1905 (?????? ????? ????????) ?????? ?? ?? ??????? ??????? ???????????? ?????????? ? ?????? ???? ?? ?????? ??? ? ?????? ???????? XIX ?. ??????? ?????? ?? ?????????? ??????? ???????? ????? ?? ???????, ?????????????, ? ??????? ? ????????? ???????????. ?????????? ????? ????????? ?? 1846. ?? ????????? ????????? ?????? ?????, ?????????? 1863, ? ??????? ?? ????? ???????? ???? ?? ?????? ?? ???????????? ?????? ? ????????? ???????????: 1873. ???????? ? ????? ? ???????? (??????? ??????), 1887. ????? ? ???????? (???????? ?????) ? 1895. ????????? ??????????? (????? ??????????). ??

???????? ??????????? ????? ? ?????? ?? ??????? ??????????? ????????? ?, ???????, **?. ?.** ? ????? ?? ????????? ??????? ??? ?? ??? ????. ?????? ???????????, ???? ?? ?? ????????? ????????? ? ???????? ?????? ? ?????? ? ????? ?????????? ???????? ??????? ? ?????-????????? ?????? ? ?????????? 1881. ?? ?? ??????? ???????? ?? ????????? ?????????? ???? ??????, ? ????? ??????????? ? ? ????????????? ??????? ??????? ???? **?. ?.** ?? ???????? ? ?????-????????? ??????. ? ???????????? ? **?. ?.** ????????? ?? ????? ? ? *??????? ????????? ?????*, ????????? ?? ?? ????? ??????????? ????????????? ???? ?? ??? ????????.

?????? 1905–1941 (?????? ??????????) ?????? ?? ?? ???????? ???????? ? ????????, ??? ?? ???? ??? ?????????? ??????????? ????? ?? ??????? ???????????? **?. ?.** ? ?????, ?? ???????????? ??????????? ???????????, ? ?????? ??? ?????: ?????? ???????? 1905 (???? ????????) ? ????????? ??????????? 1908 (????? ?????????). ?? 1919. ?????????? ???????? ??????? ???????? ?? ?????? **?. ?.** ? ??????? ???? *????????????? ??????? ?????? ?????? – ?????? ???????-????????? ?????-?????????? ??????* (?? 1932). ????????? ? ???????? ? ??????? ?????????? ???????? ???????? ?? ?? ? ???????? ?????????? ?? ???????????? ???????????? ?????????? **?. ?.** ? ?????. ???? ????? ? ?????? ?????????? ?? 1921. ? ???.

? ??????? 1945–1990 (?????? ??????????? ????? ? ???????) ????????????? ????? ?? ??????? ????? ???????? ?? ?????? ?????????? ? ??????????? ???????????, ??????? **?. ?.** ? ?????. ????? ??????? ??????????? ????????? ?? ??????? ???? ?? ??????? ?????????? ??????? ???? ?????????? **?. ?.** ? ?????, ? ??????? ???? ??? ??????? ?? ??????? ? ??????. ??????? ???? ??????? ????????? ?? 80-?? ??????. ????? ?????????? ???????????? ?????????? **?. ?.** ??????????? ?? 70-?? ?????? XX ?. ???????? ??????????, ? ???????? 80-?? ?????? ????????? ????? ? ????? ?? ????? ??? ??????????, ?? ??????? ???? ?? 20%. ???? ?????????? ?? 1976. ??????? 17.000 ?, ? 1980. 34.000 ?. ? 1981. ??????????? ?? 17.000 ??????, ??????? 43.000 ? ??? ??????, ?? ????????? ?? 270 ??????? ????????? ??????, ? ????????????? ?????????? **?. ?.** ???? ?? ??????????? 16.000 ??????? ? 30 ?????????. ? ????????? ?????? ?????????? 73% ?????? ?? ?????? ?? ?????? ???????? ??????????, ? ??????? ?? ?????? **?. ?.** ?? ?????? ???????????. ???????? ????? ? ??? ??????? ??????? ?? ??? 35%, ?? ???? 79% ?? ???????? ???????. ? ???? ??????? ? ????????? ?????? ????????? ?? ??????? ????????? ???? ?? ? ???? ??????????? ???????? ????? **?. ?.**: ?????????? ?????? „??? ???? ?????", ???????; „??????", ??????; ??????? ?????? ? ???????, ???????; „???????? – ??????? ??????????", ????? ???????; „?????-???????", ????????; ???????? ?????????? ??? – ???? ???, ???; „?????? ???? ???????", ???? ???; „??????? – ??????? **?. ?.** ? ???????", ???; „????? ?? ?????? – ?????????? ??????, ??????? ? ?????", ?????; „???? ?? ??????", ????????; ??????? ?????? ?????, ?????; ?????? „?????? ???????", ?? ???? „???????", ???? „??????", ??????????.

? ????? 1945. ???????? ?? ????????????? ??????? ?? ??????? ??????????? ?????????, ???? ?? ?? ??????? ?????? ?????? ?? ????????-???????????????? ?????? ? ???????? ??????? ???? ???????????. ??? ??????? ?????? ?? ??????? ?????? ?????? ????????? ?? ????? ?????????, ???? ?? ????? ??????? ????? ?? ?????? ?????? ? ??????? ?? ???????????? ??????????, ??????? ??????? ?? ???????????, ??? ??????????? ??????? ?? ?????????? ????????? (????????? 1972). ????????? ???? ?????? ????????? ????????? ? ???????? ??????????? ?? 1963. ???????? ?? ?????? ?????? ? ????? (????) ??? ???????????? ???? ?? ????? ??????????? ???????????, **?. ?.** ? ?????. ??? ???????????? ????????? ?????? ???????? ?? ????????????? ??????????? ??????????? ?????????, ??? ?????? ?? ??????????? **?. ?**. ???????????? ?????? XX ?. ??????? ?????? ?????? ?? ??????? ?? ?????????? ????????? ??????? ?? ???????? ?. ???????, ???? ?? ? ?????????? ????????? ???? ???????????. ? ??? ????????? ???????? ?? ???????? ???? ????????? ????????? **?. ?.** ???? ?? ??? ?????????????? ?????? ????????? ???????? 70-?? ??????. ??? ????????? ?????? ??????? ?? ?????? ?? ???????? ??????? ? ?????????? ????????? ?????????? **?. ?.** ?? ??????? ?????? ?????????? ? ?? ?????. ? ?????? ???? ???????? ???? ?? ???????? ?????????? ? ???????? ???????????? ???? ??? ?????????? ???????????-????????? ????????? ? ???? ??? ??????? ???????????. ?????? 1977. ? ????? ?? ?????? ?????? ?????????? ?? ????????? ?????? DIGITAL PDP11/34, ? 1980. ????????? ????????? ??????? ??????, ???????? ????? ??????? ?? ?????????? ???????????? ???????? ???????? ? ???? ???????? ?????? ?? ?????????? ?? ??????????? ????????, ???? ?? ??? ???? ???? ????????? ? ????????? ??????? ????????? („??????", ???? ???; „??????", ?????? ? ??.). ???? ?????? ???????? ?? ? ?????? ?? ???? ??????????? (CeNT), ??? ??????? ????????????? ???????? ???? ?? ????????????-???????? ???? ???? ?????????????? ?????? ? ?????? ?????? ?? ?????? ??????. ???????? ?? ?????????? ????????? ??????????? ????????? ???????? ?? ?????????, ? ???????????? ??????????? ??? ?????????? ???????? ? ??????? ????????? ??????? ?? 70-

?? ?????? ???????? ??? ???????? ?????? ???? ???????? ???? ?? ????????? ?????????? ??????????? ?????????. ????? ????????? ????????? ???????????? ? ????????, ???????? ???????????? **?. ?.** ? ???????? ??????? ????????? ?? ? ????????? ?????????? ?? ????????? ????????? ????? ? ????? ????, ???. ?. ? ????, ? ??????? ? ? ?????????? ? ???????.

? ??????? ?? 1990. ?? ????? (?????? ????????) ?????? ????? ???????????, ????? ??????? ? ????? ????????? ???????? ?????? ?? ?????????? ????????? ?????? ? ????? ?????????? ?????? ?? ??????? ?????????? **?. ?.** ? ?????. ??? ????????? ????????? ???? ?? ?????????? ????????? ? ????????????? ? ???? ???????? ????????????? ?? ??? ???????????. ???? ???????? ?? ????????? ????? ?????????? ???????? ? ????? ????, ???? ?? ?? ??????? ?????? ?? ?????? ??????????? ???????? ???????????, ?????????? ????????????? ??????? ??????????? ??????? ? ??????????, ?????? ???????????? ???????. ????? ?? ?????????? **?. ?.**, ?????? ? ???????? ?????? ??????????? ??? ????????? ?? ???????, ? ?????? ????????? ?? ? ?? ??????????? ? ??????? ????????? ????????? ?? ?????????? ??? ?????.

??????????: ?. ?. ???????, *?????? ?????? I*, ?? 1980; *?????? ?????? ???????????*, ?? 1982; S. Kalpakjian, S. Schmid, *Manufacturing Engineering & Technology*, Upper Saddle River, New Jersey 2009.

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

*????? ?? ???????? ? 1. ????? I ???? ?????? ????????????? (2010)

???????? #5
???????? 29 avgust 2023 09:36:01 o? Admin
????????? 6 mart 2024 08:33:50 ?? ?????????? ???????