ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS[1]

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS.пїS.[2],
пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS.пїS.[3]
(*niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS*
niSniSniSniSniSniSniSniSniS,
niS. niSniSniSniSniSniSniSniS)

[1] *niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS-niSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS, niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniS (niSniSniSniSniSniSniS 075-02-2024-1429).*

[2] *niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS,* (*timtisko@mail.ru*).

[3] *niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS-niSniS, niS.niS.-niS.niS., niSniSniSniSniS* (*DVSemenova@sfu-kras.ru*).

niS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS-niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS MARLIN24, niSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS-niSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS. niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS, niSniSniSniSniS niSniS-niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS-niSniS niS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS. niSniSniSniS-niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS-niS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS — niSniSniSniSniSniSniSniSniS niS-niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niS niSniSniS-niSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniSniS. niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniS-niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niS niSniS-niSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niSniS niSniSniSniSniSniS niSniS niSniSniSniSniSniSniS-niSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS-niSniS niSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniSniS-niSniS (Multiagent Reinforcement Learning for Integrated Network, MARLIN). niSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniS-niSniS MARLIN niSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS Q-niSniSniSniSniSniS. niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS-niSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS «niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS» (Intelligent Driver Model, IDM). niSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS, niSniSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniS niSniSniSniSniSniS-niS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS, niS niSniSniS-niSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS, niSniSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniS niSniSniSniSniS-niS niSniSniS niSniSniSniSniS-niSniSniSniSniS niS

Ключевые слова: пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ IDM, пїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅ MOBIL, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ.

1. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ

пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ 2035 пїЅпїЅпїЅ [1] пїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅ: пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ-

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS.

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS — пїSпїSпїSпїS (пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS) пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS — пїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS 1 пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїS.

пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-

Таблица 1. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ

пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ	**UTCS-1**	**SCOOT**	**OPAC**	**MA**
пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ	пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ	пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ	пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ	пїЅпїЅпїЅ
пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ	1970пїЅ	1995	1983,1989	20
пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ	пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ			пїЅпї
пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ	пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ			пїЅпїЅпї
пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ	пїЅпїЅпїЅ	пїЅпїЅпїЅпїЅ		пї
пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ	пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ		пїЅпїЅпїЅпїЅпї	
пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ	пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ- пїЅпїЅпїЅ	пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ	пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ 8 пїЅпїЅпїЅ	«пїЅпї пїЅпї
пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ				

пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ. пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ. пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ (Multiagent Reinforcement Learning for Integrated Network, MARLIN)[6], пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-

пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS.

пїSпїS **пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS** пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS.

пїS **пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS 2** пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїS (пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS) пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS. пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїS $\mathcal{A}$. пїSпїSпїSпїS — пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS. пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS $\mathcal{S}$. пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS $\langle \mathcal{S}, \mathcal{A}, \mathbb{P}, r \rangle$. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS (Multiagent Reinforcement Learning).

пїS **пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS 3** пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS.

пїS **пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS 4** пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS 1, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS V, пїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS 2 пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS. пїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS 4 пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS (8) пїS (9).

пїS **пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS 5, 6, 7** пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїS MARLIN24. пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS MARLIN24 пїSпїS пїSпїSпїSпїS Python3. пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS MARLIN24 пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS 1.

пїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS **пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS 8** пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-

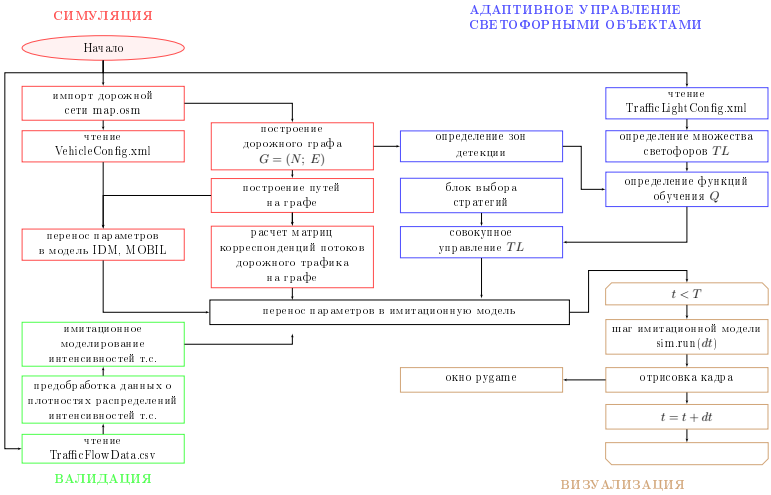


Рис. 1. niSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS MARLIN24

niiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS, niiS niiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS.

2. niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiS

niiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS, niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiS niiS niiSniiSniiSniiSniiS, niiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS. niiS niiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiS niiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiSniiSniiSniiS niiSniiSniiSniiSniiS

пїSпїS (пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS) пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS a пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS s. пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS.

пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS: $\mathcal{S}$ — пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, $\mathcal{A}$ — пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS, $\delta\colon\ \mathcal{S} \to \mathcal{A}$ — пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS $\mathcal{S}$ пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїS-

niSniSniSniSniS $n - \mathbb{Z}_n = \langle \mathbb{Z}, +, \cdot \rangle$, niSniSniS $|\,\mathcal{S}\,| = n -$ niSniS-niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS $\mathbb{Z}_n$.

niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS-niSniS niSniSniSniSniSniS $\mathbb{Z}_n$ niSniSniSniSniS n niS niS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniS-niSniSniS niSniS niS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS, niS-niSniSniSniSniSniSniSniSniS, niSniSniSniSniS niSniS-niSniSniSniSniS $|\mathcal{A}|$ niSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS-niS niS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS n.

niSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniSniSniS s, niSniS niSniSniS niSniSniS-niSniSniS niSniSniSniSniSniSniS $a = \delta(s)$ niSniSniSniSniS niS-niSniSniSniSniSniS s' niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS-niS niSniSniSniSniSniSniS

$$s' = (a \oplus s) = (a + s) \bmod |\mathcal{S}|. \tag{1}$$

niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS-niS, niSniSniSniSniSniS niSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniS-niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS. niSniS niSniSniSniSniS niS-niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niS, niSniSniSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniS-niSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS-niS niSniSniSniS-niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS-niSniSniS. niSniSniSniSniS $r : \mathcal{S} \times \mathcal{A} \mapsto \mathbb{R} -$ niSniSniSniS-niSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniS-niSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniS-niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS s_t niSniS-niS niSniSniSniSniSniSniS $a_t = \delta(s)$. niS niSniSniSniS-niS niSniSniSniSniSniS t niSniSniSniSniSniSniS niSniSniS-niSniSniSniS $r(s_t, a_t) = R_t$ niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS-niS niSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS-

пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ.

пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $\mathbb{P}$ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ $p(s' \mid s, a)$, пїЅпїЅпїЅ s — пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, a — пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, s' — пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ (1). пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ s' пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ s пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ a.

пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $\langle \mathcal{S}, \mathcal{A}, \mathbb{P}, r \rangle$ [10].

пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ. пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ t пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $s_t \in \mathcal{S}$ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $a_t \in \mathcal{A}$. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ R_t пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $s_{t+1} = s'$ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $p(s' \mid s_t, a_t)$.

пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ

пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $\delta = \{a_t, 0 \leqslant t < \infty\}$ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ:

$$V(\{s_t, \delta_t\}) = \lim_{T\to\infty} V(\mathcal{T}) = \sum_{t=0}^{\infty} \gamma^t r\left(s_{t+1} \mid s_t, \delta_t\right) = \tag{2}$$

$$= \sum_{t=0}^{\infty} \gamma^t r\left(s_t, \delta_t\right) = \lim_{T\to\infty} \mathbb{E}_{\mathcal{T}} \sum_{t=0}^{T} \gamma^t R_t,$$

пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ γ, $0 < \gamma < 1$, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ [3]. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $0 < \gamma < 1$ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ V. пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ t пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ $\gamma^t r_t$. пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ (2) пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ.

пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ

пїSпїSпїSпїS.

пїSпїSпїSпїS: пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $\langle \mathcal{S}, \mathcal{A}, \mathbb{P}, r \rangle$ пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS s_0.

пїSпїSпїSпїS: пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $\delta^* = \{a_t^*\}_{0 \leqslant t < \infty}$, пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS (2).

3. пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS

пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїS пїSпїS K пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS K пїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $\mathcal{S}^0, \mathcal{S}^1$ пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS $\mathcal{A}^0, \mathcal{A}^1$. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $\mathbf{s}_t = \{s_t^1, s_t^2\} \in \mathcal{S}^0 \times \mathcal{S}^1$ пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS

niSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS t, $\mathbf{a}_t = \{a_t^0, a_t^1\} \in \mathcal{A}^0 \times \mathcal{A}^1$ niSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS-niS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniS niS-niSniSniSniSniSniS t.

niSniSniSniSniSniS, niSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniS-niS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niSniS niS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niS-niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS **s**.

Пример 1. niS niSniSniSniSniSniS 2 niSniSniSniSniS-niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS-niSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS **s** niS niSniSniSniSniSniSniS **s′** niS niS-niSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS.

Таблица 2. niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS $p(\boldsymbol{s}' \mid \boldsymbol{s}, \boldsymbol{a})$

a	**s** \ **s′**	$\mathbf{s}^{(0)}$	$\mathbf{s}^{(1)}$	$\mathbf{s}^{(2)}$	$\mathbf{s}^{(3)}$
$\mathbf{a}^{(0)}$	$\mathbf{s}^{(0)}$	1	0	0	0
	$\mathbf{s}^{(1)}$	0	1	0	0
	$\mathbf{s}^{(2)}$	0	0	1	0
	$\mathbf{s}^{(3)}$	0	0	0	1
$\mathbf{a}^{(1)}$	$\mathbf{s}^{(0)}$	0	1	0	0
	$\mathbf{s}^{(1)}$	0	0	1	0
	$\mathbf{s}^{(2)}$	0	0	0	1
	$\mathbf{s}^{(3)}$	1	0	0	0

a	**s** \ **s′**	$\mathbf{s}^{(0)}$	$\mathbf{s}^{(1)}$	$\mathbf{s}^{(2)}$	$\mathbf{s}^{(3)}$
$\mathbf{a}^{(2)}$	$\mathbf{s}^{(0)}$	0	0	1	0
	$\mathbf{s}^{(1)}$	0	0	0	1
	$\mathbf{s}^{(2)}$	1	0	0	0
	$\mathbf{s}^{(3)}$	0	1	0	0
$\mathbf{a}^{(3)}$	$\mathbf{s}^{(0)}$	0	0	0	1
	$\mathbf{s}^{(1)}$	1	0	0	0
	$\mathbf{s}^{(2)}$	0	1	0	0
	$\mathbf{s}^{(3)}$	0	0	1	0

niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS, niSniSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS-niSniSniS niSniSniSniS, niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniS niSniSniSniSniS 2, niSniSniS niSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniS-niSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS (3).

•

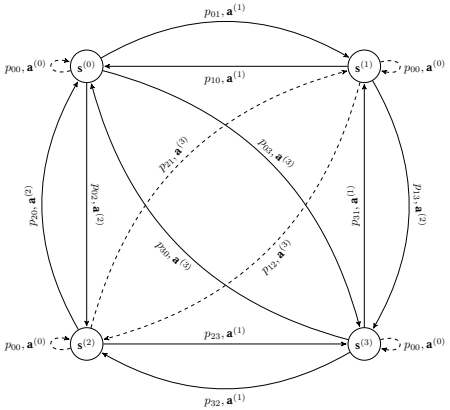


Рис. 2. niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniS. niSniSniSniSniS s_l *niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS* l *(*l *=0b00, 0b01, 0b10, 0b11). niSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS* $\boldsymbol{a}^{(m)}$ *(*m *=0b00, 0b01, 0b10, 0b11) niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniSniSniSniS* $n = l \oplus m$*, c niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS* p_{ln}*.*

niSniSniS niSniSniSniSniSniS, niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS, niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS «niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniS»:

$$\mathbf{s}' = \mathbf{a} \oplus \mathbf{s}. \tag{3}$$

niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS Python3. niSniSniSniSniSniS niSniS, niS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniS niSniSniSniSniSniS $0b$ (binary). niSniSniSniSniSniSniS, niSniSniSniS 2 niS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniS niSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniS $0b10$. niS niSniSniSniSniS niSniSniS niSniSniS niSniSniSniS **a** = 2 niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS: niS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniS niSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniS $\mathcal{A}^0 \times \mathcal{A}^1$. niSniSniSniSniSniSniS $a^0 = 1$ niS $a^1 = 0$ niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniS niSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS $\mathbf{a} = \left(a^0, a^1\right) = 0b10$.

niS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS t niSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniS $r(\mathbf{s}_t, \mathbf{a}_t)$ niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniS niSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniS niS niSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniS $r(\mathbf{s}_t, \mathbf{a}_t) = r(s_t^0, a_t^0) + r(s_t^1, a_t^1)$, niSniSniSniSniSniS niS niSniSniS niSniSniSniS niSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS (2). niS niSniSniSniS niS niSniSniSniSniS niSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS

пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS

$$V(\mathbf{s}) = \sum_{t=0}^{\infty} \gamma^t r(\mathbf{s}_t, \mathbf{a}_t), \tag{4}$$

пїSпїSпїS $0 \leqslant \gamma \leqslant 1$ — пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS.

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS (Multiagent Reinforcement Learning for Integrated Network, MARLIN) пїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS.

пїSпїSпїS: пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $\left\langle \mathcal{S}^0 \times \mathcal{S}^1, \mathcal{A}^0 \times \mathcal{A}^1, \mathbb{P}, r \right\rangle$ пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS $\mathbf{s}_0$.

пїSпїSпїSпїS: пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $\delta^* = \{\mathbf{a}_t^*\}_{0 \leqslant t < \infty}$, пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS (4).

4. пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS

пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS

пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS—пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS.

***Предложение* 1.** *[15] niS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniS-niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS-niSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS—niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniS*

$$V^* = \max_{a \in \mathcal{A}} \sum_{s' \in \mathcal{S}} p(s' \mid s, a)(r(s, a) + \gamma V^*(s')). \tag{5}$$

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS (5) пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS Q-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїS t пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS

$$V^*\left(\{\mathbf{s}_{t'}, \delta\}_{t'=0}^{t'=t}\right) = \max_{\mathbf{a} \in \mathcal{A}} Q_t(\mathbf{s}_t, \mathbf{a}),$$

$$Q_t(\mathbf{s}_t, \mathbf{a}) = \sum_{\mathbf{s}_{t+} \in \mathcal{S}} p(\mathbf{s}_{t+1} \mid \mathbf{s}_t, \mathbf{a})\Big(r(\mathbf{s}_{t+1} \mid \mathbf{s}_t, \mathbf{a}) + \gamma \max_{\mathbf{a}' \in \mathcal{A}} Q_{t-1}(\mathbf{s}_{t-1}, \mathbf{a}')\Big).$$

пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS Q_t пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS:

$$Q_t(\mathbf{s}, \mathbf{a}) = \sum_{\mathbf{s}'} p(\mathbf{s}' \mid \mathbf{s}, \mathbf{a}) r(\mathbf{s}, \mathbf{a}) + \gamma \sum_{\mathbf{s}'} p(\mathbf{s}' \mid \mathbf{s}, \mathbf{a}) V^*\left(\mathbf{s}'\right).$$

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS $Q_t(\mathbf{s}, a, a')$ пїS $Q_t(\mathbf{s}, \mathbf{a})$ пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS.

пїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS s_{t+1} пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS a_{t+1} пїSпїS пїSпїSпїSпїS $t + 1$, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $\hat{t}$, пїS пїSпїSпїSпїS-

пїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS Q пїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $\hat{t}$, пїSпїSпїSпїSпїS

$$
\begin{aligned}
Q_t(\mathbf{s},\mathbf{a}) &= \underbrace{p(s_{t+1}|s,a)}_{\alpha_{\hat{t}}}\Big(r_{t+1}+\gamma V^*(\mathbf{s}_{t+1})\Big)+ \\
&+ \underbrace{\sum_{\mathbf{s}'\in S/\mathbf{s}_{t+1}} p(\mathbf{s}'|\mathbf{s},\mathbf{a})}_{1-\alpha_{\hat{t}}}\Big(r(\mathbf{s}'|\mathbf{s},\mathbf{a})+\gamma V(\mathbf{s}')\Big) = \\
&= \alpha_{\hat{t}}\Big(r_{\hat{t}}+\gamma\max_{\mathbf{s}'} Q_{\hat{t}}(\mathbf{s}_{t+1},\mathbf{s}')\Big)+\Big(1-\alpha_{\hat{t}}\Big)Q_{\hat{t}}(\mathbf{s},\mathbf{a}) = \\
&= Q_{\hat{t}+1}(\mathbf{s},\mathbf{a}).
\end{aligned} \tag{6}
$$

пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS k, j пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $\mathbf{a}^{kj}$. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS Q пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS k пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS

$$
\begin{aligned}
Q^k_{\hat{t}}(\mathbf{s},a^k) = \sum_{a^j\in\mathcal{A}^j} p(a^j \mid s,a^k)\Big(r(\mathbf{s},\mathbf{a}^{kj})+ \\
+\gamma\sum_{\mathbf{s}'} p\left(\mathbf{s},\mathbf{a}^{kj}\right)\max_{\mathbf{a}'} Q_{\hat{t}-1}(\mathbf{s}',\mathbf{a}')\Big).
\end{aligned}
$$

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS k пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS MARL пїS пїSпїSпїSпїS

$$
a^k_{\hat{t}} = \arg\max_{a^k\in\mathcal{A}^k} Q^k_{\hat{t}}(\mathbf{s}_{\hat{t}},a^k). \tag{7}
$$

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $p(a^j \mid s,a^k)$ — пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS j пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $\mathbf{a}^j$ пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS $\mathbf{s}$ пїS пїSпїS-

пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ k пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $\mathbf{a}^k$.

пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ Q пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ (6), (7). пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $p\left(\mathbf{s}' \mid \mathbf{s}, \mathbf{a}^{kj}\right)$ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ α. пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ (1), (2), пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ.

Предложение 2. *[16] пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ*

- *niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS-niSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS;*
- *niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniS n-niSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS*

$$\rho(Q_n, Q_0) \leqslant \frac{\gamma^n \rho(Q_1, Q_0)}{1-\gamma},$$

niSniSniS $Q_t \in \mathbb{R}_{\infty}^{|\mathcal{A}|+|\mathcal{S}|}$ *— niSniSniSniSniSniSniS niSniSniS-niSniSniSniSniSniS* $Q(s,a)$ *niSniS niSniSniSniS t,*
$\forall q, w \in \mathbb{R}_{\infty}^{|\mathcal{A}|+|\mathcal{S}|}$ *niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniS-niSniSniSniSniS* $\rho(q,w) = \max\limits_{1 \leqslant j \leqslant |A|+|S|} |q_j - w_j|$ *;*

- *niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS-niS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS*

$$V^*(s) = \max_{a \in \mathcal{A}} \lim_{t \to +\infty} Q_t(s,a), \tag{8}$$

$$a_t(s) = \arg\max_{a' \in \mathcal{A}} Q_t(s,a'). \tag{9}$$

5. пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS 1, пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS osmnx пїSпїS Open Street Map пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS **map.osm**, пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS WGS84/UTM (World Geodetic System 1984/Universal Transverse Mercator). пїSпїSпїSпїS, пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS networkx[5]. пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-

пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ threading[4] (пїЅпїЅпїЅ. 1).

пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ osmid. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ (пїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ) пїЅпїЅ-пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ. пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅ, пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅ-пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ-пїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅ пїЅ-пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ. 3.

пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ-

Таблица 3. niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniS OSM

niSniSniSniSniSniSniS	**niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS**	**niSniSniS**
lanes	int	niSniSniSn
highway	residential primary secondary terliary unclassified	niSniSniSn niSniSniSn niSniSniSn niSniSniSn niSniSniSn
lanes	str	niSniSniSn
oneway	bool	niSniSniSn
reversed	bool	niSniSniSn
length	float	niSniSniSn

niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS, niS niSniS-niSniSniS niSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS-niSniSniS niSniSniSniSniS TrafficLightConfig.xml niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niSniSniSniS.

niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniS-niSniSniSniS niSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS VehicleConfig.xml, niS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS-niSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niS-niSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niSniSniSniS niSniSniSniSniS, niSniSniSniSniS-niSniSniSniS (niSniSniSniS-niSniSniSniS niSniSniSniSniS), niSniSniSniSniSniSniS-niS niSniSniSniS niS niSniSniSniSniS niSniSniS-niSniSniSniSniS, niSniSniSniSniSniS niS niSniSniS-niSniSniSniS 3.

niS niSniSniSniSniS IDM[7] niSniSniSniSniSniSniS-niSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniS niSniS niSniSniSniSniSniSniS-

пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїS, пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS 3 пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS i-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїS $(i-1)$-пїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS.

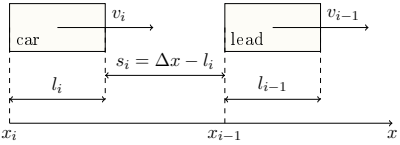


Рис. 3. niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS IDM

пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS i-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS $(i-1)$-пїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїS IDM пїS пїSпїSпїS-

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS:

$$(10)\quad \begin{cases} \dfrac{dv_i}{dt} = \underbrace{a_i\left(1-\left(\dfrac{v_i}{v_{0,i}}\right)^{\delta}\right)}_{a_{\text{free}}} - \underbrace{a_i\left(\dfrac{s^*\left(v_i\Delta v_i\right)}{s_i}\right)^2}_{a_{\text{deceleration}}}, \\ s^*\left(v_i,\Delta v_i\right) = s_{0,i} + v_i T_i + \dfrac{v_i\Delta v_i}{\sqrt{2a_i b_i}}. \end{cases}$$

пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS «пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS» [12]:

$$\begin{cases} \dfrac{dv}{dt}(t) = a_{\text{free}}(t) + a_{\text{deceleration}}(t), \\ v(t+\Delta t) = v(t) + \dfrac{dv}{dt}(t)\Delta t, \\ x(t+\Delta t) = x(t) + v(t)\Delta t + \dfrac{1}{2}\dfrac{dv}{dt}(t)(\Delta t)^2, \\ s(t+\Delta t) = x_i(t+\Delta t) - x(t+\Delta t) - l_i. \end{cases}$$

пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS dt пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS (10).

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS IDM пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-

пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS. пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS MOBIL (Microscopic Optimally Balanced Intersection Lanes). пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS IDM пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS [14] пїS 1999 пїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS.

пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS MOBIL пїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїS, пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїS, пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS 4, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS, пїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS.

пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-

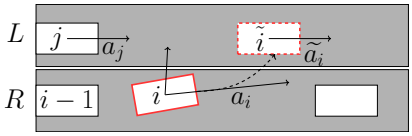


Рис. 4. niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS MOBIL

niSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS R niSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS L niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS-niS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS IDM niS niS-niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniS niSniSniSniSniSniSniSniS δ:

$$R \to L \quad (\widetilde{a}_i - a_i) + p\,((\widetilde{a}_{i-1} - a_{i-1}) + (\widetilde{a}_j - a_j)) \geqslant \delta,$$

niSniSniS $p \in \left[-\infty; \frac{1}{2}\right] \cup [1; +\infty]$ — niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS-niS niSniSniSniSniSniSniSniS.

niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS-niSniSniS, niSniSniS niSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS-niSniS i niSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS j niS niSniSniSniSniSniSniS niSniS niSniSniS niSniS niSniS-niSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niS-niSniSniSniS, niSniSniS b_{safe}. niSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniS IDM niSniSniSniSniSniSniS, niS, niSniS-niSniSniSniSniSniSniSniSniS, niS niSniSniSniSniSniS-niSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS (10) niS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniS niSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niS-niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniS, niSniS niSniSniSniSniS niS-niSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niS: $\widetilde{a}_j \geqslant -b_{\text{safe}}$.

6. niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS

niS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niS-niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niS-niS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS. niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniS-niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niS-niSniSniSniSniSniS niSniS niSniSniSniS niSniSniSniS: niS-niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niS niS-niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniS-niSniSniSniSniSniSniS.

niS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniS niS-niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniS-niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniS-niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS-niSniS, niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS niS-niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniS-niSniSniSniSniS niSniSniSniS niS niS-niSniSniSniS niSniSniSniS, niS niSniSniS niS-niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniS — niSniSniSniSniSniSniSniSniS niS-niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniS niSniSniS-niSniSniSniS niSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniS niSniS-niSniS. niSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniS [18] niSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS-niS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS, niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS [19] niS-niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS

пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїS.

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS. пїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS-пїSпїSпїSпїS [21] пїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS.

пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS X пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS $F(x)$ пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS Y пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $G(y)$ пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS 1 пїS 2 пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїS [20] пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS C

$$H_{XY}(x,y) = C(F(x), G(y)), \qquad \forall x, y \in \mathbb{R}. \tag{11}$$

пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS [21, 8] пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-

пїЅпїЅ $0 \leqslant \alpha, \beta \leqslant 1$

$$C_{\alpha,\beta}(u,v) = uv \min\left(u^{-\alpha}, v^{-\beta}\right). \tag{12}$$

пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ X пїЅ Y, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ 1 пїЅ 2 пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ 2019 пїЅпїЅ 2020 пїЅпїЅ. пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ [9]. пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ. пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ EM-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ [11], пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ.

пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ (generator) пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ-

пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS (X, Y):

пїSпїSпїSпїS 1: пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS $[0;\ 1]$ пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS l, w;

пїSпїSпїSпїS 2: пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $\sum\limits_{m=1}^{M} p_m < l < \sum\limits_{m=1}^{M+1} p_m$, пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS M-пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS $F = F_M$;

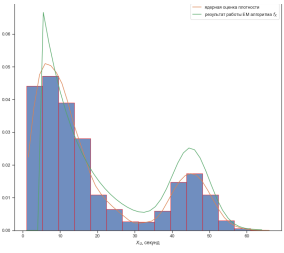
пїSпїSпїSпїS 3: пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS 2, пїSпїSпїS w пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS G;

пїSпїSпїSпїS 4: пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS (U, V) пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS [20];

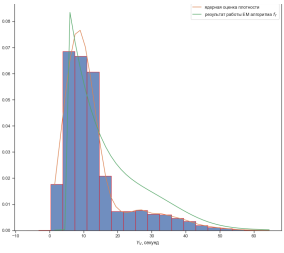
пїSпїSпїSпїS 5: пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS U-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS X_U пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS F;

пїSпїSпїSпїS 6: пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS V-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS Y_V пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS G.

Пример 2. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS 10-пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS EM пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS X пїS Y пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS 5пїS) пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS 5пїS) пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS.



пїS)



пїS)

Рис. 5. niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS: niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS: niS)niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS X; niS) niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS Y

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $\alpha = 0.9, \beta = 0.25$ пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS 6.

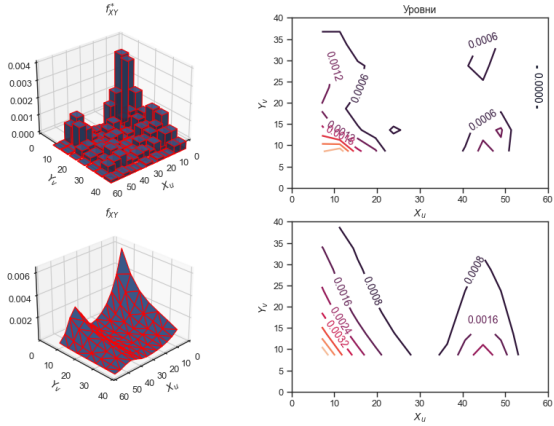


Рис. 6. niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS f^*_{XY} niS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS f_{XY} niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS (X, Y) niSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS (U, V) niSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS $\alpha = 0.9, \beta = 0.25$

•

7. niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS

niSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS, niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS, niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS $\mathcal{X} = \{(s_i, a_i)\}_{i=1}^{N}$ niSniSniSniSniSniSniS N niSniSniSniSniSniSniS 10^6. niS niSniSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniSniSniS δ^*, niSniSniSniSniSniSniS niSniS niSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS (2) niS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS, niSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS $\mathcal{P} = \{p(s, a)\}_{s \in \mathcal{S}, a \in \mathcal{A}}$ niSniSniSniSniSniSniSniS niSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS (s, a), niSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS $p(s, a)$ — niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS, niSniSniS niS niSniSniSniSniSniSniS s niSniSniSniS niSniSniSniSniS a. niSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS $\hat{p}(s, a)$ niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniS $\hat{\pi}(a|s)$ niSniSniS niSniSniSniSniSniS $s \in \mathcal{S}$

$$\hat{\pi}(a|s) = \frac{\hat{p}(s, a)}{\sum_{a \in \mathbb{A}} \hat{p}(s, a)} = \frac{\hat{p}(s, a)}{\hat{p}(s)}.$$

niSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS, niSniSniS niSniSniSniSniSniSniS-

пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $r_{a^{(k)}} = \left\{r(s_0, a^{(k)}), r(s_1, a^{(k)}), r(s_2, a^{(k)}), \dots\right\}$, $k = 0, 1$. пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $r\left(s_t, a^{(k)}\right)$ пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS $a^{(k)} \oplus s_t$ пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS $\hat{\pi}(a|s)$, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS 1.

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS 1, пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS trafficLightConfig.xml. пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS MARLIN24 пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS.

пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїS (VEHICLE DETECTOR) пїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS (Simulation) пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS

t_i пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $i \in I \subset \mathbb{N}$ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ $z \in Zones = = \left\{z^{(0)}, z^{(1)}, \ldots, z^{(m)}\right\}, m \in \mathbb{N}$. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ. пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ (i, z), пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ i пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ z пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ t. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $\psi_t \subset \mathbb{N} \times Zones$, пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $i\psi_t z$. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $\phi \subset Zones \times \mathcal{S}$, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ z, пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ s' пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ s', пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $I(s', t) = \{i| \ t_i < t, i\psi_t z, z\phi s'\}$. d пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ t пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $s \in \mathcal{S}$ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ $a = \delta(s) \in \mathcal{A}$, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ $R = \sum\limits_{i \in I(s', t)} (t - t_i)$.

пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ TL пїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅ-

пїSпїSпїSпїSпїSпїS z пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS $r(s,a) = \mathbb{E}R$, пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS (Mcount), пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS (TIME_SUMM) пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS Q.

пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS 7.

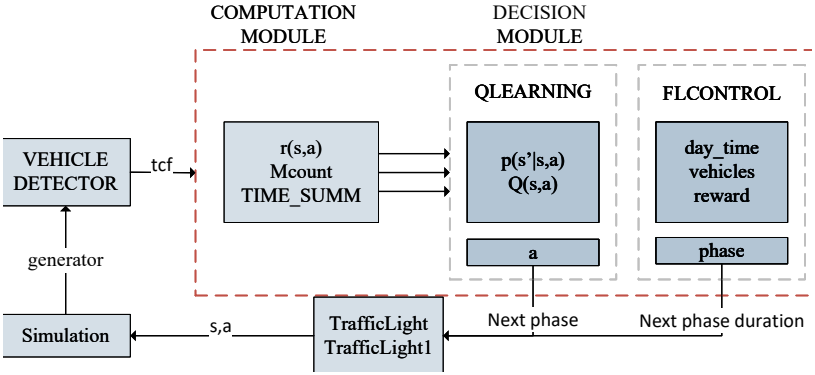


Рис. 7. niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS MARLIN24 niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS

пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS generator пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS (Simulation) пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїS-

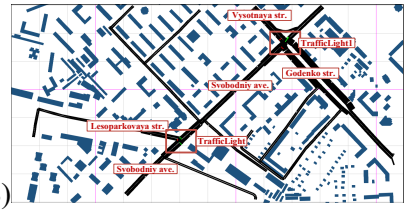
πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS, πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS. πïS-πïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïS-πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïS (Simulation) πïSπïSπïSπïS πïSπïS πïSπïSπïSπïS-πïSπïS πïSπïS πïSπïS πïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS. πïS-πïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïS πïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïS z, πïSπïS πïSπïSπïSπïS-πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïS, πïSπïS-πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS-πïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS (VEHICLE DETECTOR), πïS-πïSπïSπïS, πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïS πïSπïSπïSπïSπïS-πïSπïSπïSπïSπïS πïSπïS πïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïS πïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïS-πïSπïSπïS, πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïS πïSπïSπïSπïS πïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS tcf (time collection forward) πïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS TL. πïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS-πïS πïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS tcf, πïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïS-πïS z. πïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïS-πïSπïSπïSπïSπïS period πïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS-πïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïS πïSπïS-πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS (DECISION MODULE) πïSπïSπïSπïS-πïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïS QLEARNING, πïSπïSπïS-πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïS-πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïS-πïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïS-πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS. πïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïS-πïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïS-πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïSπïSπïSπïSπïSπïSπïS πïS πïSπïS-

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS (Next phase).

8. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS

пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS Intel Core i7-10510U CPU@1.80пїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS 8пїSпїS.

пїS)



пїS)

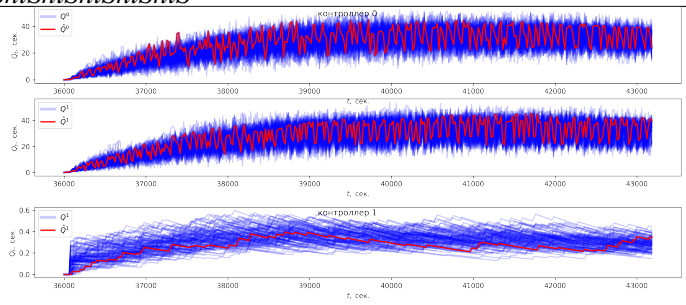
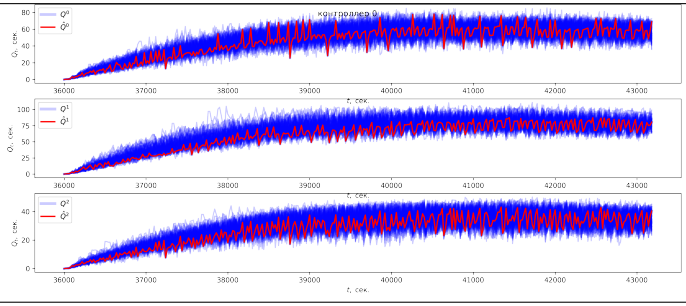
Рис. 8. niS)niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS, niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniSniS MARLIN24; niS)niSniSniSniS niSniSniSniSniSniS (niSniSniSniSniS niSniSniSniS), niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS

- пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS Q пїS $\hat{Q}$ пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїS 4;
- пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS Q^i пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS $0, 1$ пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS $\mathcal{O}$ пїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS $\mathcal{S}$;
- пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS24 пїS MARLIN24.

пїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїS, пїSпїSпїS пїSпїS 0 пїS 1-пїSпїS, пїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-

Таблица 4. niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS

$\mathcal{O} \subset \mathcal{S}^0 \times \mathcal{S}^1,$ $\mathcal{S} = \mathcal{S}^0 \times \mathcal{S}^1 \times \mathcal{S}^2$	
$\mathcal{O} = \mathcal{S} = \mathcal{S}^0 \times \mathcal{S}^1 \times \mathcal{S}^2$	

пїS 40 пїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS MARLIN24 пїS пїSпїSпїSпїSпїS24 пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS [17] пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS (пїS-пїSпїSпїSпїSпїS 5). пїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-

Таблица 5. niSniSniSniSniSniSniSniS
niSniSniSniSniSniSniSniSniS
niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS
niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniS
niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS

пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS	пїSпїS. пїSпїSпїS	пїSпїSпїSп	MARLIN24	пїSпїSпїSпїSпїSпїS
пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS	SniS. niSniSniS.	10.63	9.4	11.6%
пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS	niSniSniS.	4 870	4 412	-9.4%
пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS	niSniSniS.	51 792	41 286	20.3%

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS 100 пїSпїSпїS. пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-

пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїS пїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS. пїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїS пїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS, пїS, пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, «пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS», пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS.

Литература

1. *niSniïSniïSniïSniïSniïSniïSniïSniïSniS niSniïSniïSniïSniïSniïSniS-niïSniïS niSniïSniïSniïSniïSniïSniïSniïSniïS niSniïSniïSniïSniïSniS-niïSniïSniïS, niïSniïSniïSniïSniïSniïSniïSniïSniïS niSniïSniïSniïSniS-niïSniïSniïSniïSniïSniïSniïSniïS niSniïSniïSniïSniïSniïSniïSniïSniïSniïS-niïSniïS niSniïSniïSniïSniïSniïSniïSniïSniïS niSniïSniïSniïSniïSniS-niïSniïSniïS niSniS 22 niSniïSniïSniïSniïS 2008 niSniïSniïSniS niS1734-niS* [nïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïS nïïSnïïS-nïïSnïïSnïïS]. – nïïSnïïSnïïSnïïS nïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïS: http://mintrans.gov.ru. – nïïSnïïSnïïS nïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïS-nïïSnïïS: 25.06.2024.
2. *niSniïSniïSniïS «niSniïSniïSniïS–niS»* [nïïSnïïSnïïSnïïSnïïS-nïïSnïïSnïïSnïïS nïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïS]. – nïïSnïïSnïïSnïïS nïïS-nïïSnïïSnïïSnïïSnïïS: http://asud55.ru/archives/1346. – nïïSnïïS-nïïSnïïS nïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïS: 25.06.2024.
3. *niSniïSniïSniïSniïS, niS. niSniïSniïSniïSniïSniïSniïS niSniïS niSniïSniïSniïSniïSniïSniïS niS niSniïSniïSniïSniïSniïSniïSniïSniïS-niïSniïSniïS* [nïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïS nïïSnïïS-nïïSnïïSnïïS]. – nïïSnïïSnïïSnïïS nïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïS: https://arxiv.org/abs/2201.09746. – nïïSnïïSnïïS nïïSnïïS-nïïSnïïSnïïSnïïSnïïS: 25.06.2024.
4. *threading — Thread-based parallelism* [nïïSnïïS-nïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïS nïïSnïïSnïïSnïïS-nïïS]. – nïïSnïïSnïïSnïïS nïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïS: https://docs.python.org/3/library/threading.html. – nïïSnïïS-nïïSnïïS nïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïS: 25.06.2024.
5. *NetworkX* [nïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïS nïïSnïïS-nïïSnïïSnïïS]. – nïïSnïïSnïïSnïïS nïïSnïïSnïïSnïïSnïïSnïïS: https://networkx.org/. – nïïSnïïSnïïS nïïSnïïSnïïSnïïSnïïS-nïïSnïïS: 25.06.2024.
6. EL-TANTAWY, S., ABDULHAI, B. *Towards multi-agent reinforcement learning for integrated network of optimal traffic controllers (MARLIN-OTC)* // Transportation Letters: The

International Journal of Transportation Research. – 2010. – пїS. 2. – пїS. 89–110.

7. TREIBER, M., HENNECKE, A., HELBING, D. *Congested traffic states in empirical observations and microscopic simulations* // Transportation Physics Reviews E. – 2000. – пїS. 62. – пїS. 1805–1824.
8. QUESADA-MOLINA, J.J., RODR?GUEZ-LALLENA, J.A. *Bivariate copulas with quadratic sections* // Journal of Nonparametric Statistics. – 1995. – пїS. 323–337.
9. EPANECHNIKOV, V.A. *Non-Parametric Estimation of a Multivariate Probability Density* // Theory of Probability and Its Applications. – 1969. – пїS. 153–158.
10. ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS, ПЇS.ПЇS., ПЇSПЇSПЇSПЇS-ПЇSПЇSПЇSПЇS, ПЇS.ПЇS. пїS пїSпїS. *niSniSniSniSniSniS niS-niS niSniSniSniïSniSniSniïSniSniS niSniSniSniïSniSniSniïSniS: niSniSniSniSniïSniSniS niSniSniSniïSniSniSniïS.* – пїS.: пїSпїS-пїSпїS, 2019. – 208 пїS.
11. BISHOP, C.M. *Pattern Recognition and Machine Learning.* – Springer, 2007. – 738 пїS.
12. ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS, ПЇS.ПЇS. *niSniSniSniSniSniS-niSniïSniS niSniSniSniïSniSniS. niSniSniSniïSniSniS niSniïSniSniS-niSniïSniS niSniSniSniSniSniSniïSniSniSniïS: niSniSniSniSniSniS-niS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS-niSniS.* – пїS.: пїSпїSпїSпїSпїS, 2012. – 356 пїS.
13. ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS, ПЇS.ПЇS. *niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niSniSniSniïSniS: niSniSniS-niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS.* – пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS: пїSпїSпїS, 2010. – 108 пїS.
14. TREIBER, M., HELBING, D. *Realistische Mikrosimulation von Stra?enverkehr mit einem einfachen Modell* // 16. Symposium "Simulationstechnik ASIM 2002"Rostock. – 2002. – пїS. 514–520.
15. TISLENKO T.I., SEMENOVA D.V., SERGEEVA N.A., GOLDENOK E.E., KONONOVA N.V. *Multiagent Reinforcement Learning for Integrated Network: Applying*

to a Part of the Road Network of Krasnoyarsk City // IEEE 16th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT). – 2022. – пїЅ. 1–5.

16. TISLENKO T.I., SEMENOVA D.V., SOLDATENKO A.A. *Modeling and Comparison of Different Management Approaches on the Intersections Network* // 2023 IEEE 26th International Conference, Distributed Computer and Communication Networks: Control, Computation, Communications (DCCN). – 2023. – пїЅ. 25–29.

17. ПЇЅПЇЅПЇЅПЇЅПЇЅПЇЅПЇЅПЇЅ ПЇЅ.ПЇЅ. *пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ* // пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ (пїЅпїЅпїЅпїЅ-2023): пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ XXII пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ.пїЅ. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ. – пїЅпїЅпїЅпїЅ: пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, 2023. – пїЅ. 273–278.

18. ПЇЅПЇЅПЇЅПЇЅПЇЅПЇЅПЇЅПЇЅ ПЇЅ.ПЇЅ. *пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ-пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ* // пїЅпїЅ. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ. пїЅ. 5. пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ, пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ: пїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅпїЅ

I пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїS (пїSпїSпїS-пїS, 14пїS16 пїSпїSпїS 2024 пїS.) : пїS 5 пїS. / пїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїS. пїS. пїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїS. пїSпїSпїS. пїS. пїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїS. – пїSпїSпїSпїS: пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS, 2024. – 70 пїS.

19. XXXX *xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx* // XXXXXXXXXXXXXXX. – 21.10.03. – .
20. NELSEN R.B. *An Introduction to Copulas* – New York: Springer, 2006. – 270 p.
21. MARSHALL A. *Copulas, Marginals, and Joint Distributions* // Lecture Notes-Monograph Series. Distributions with Fixed Marginals and Related Topics. – 1996. – No. 28. – пїS. 213–222.
22. ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS.ПЇS. *niS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS* // пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. – 1992. – пїS10. – пїS. 76–86.
23. ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS.ПЇS. *niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS*. – пїS.: пїSпїSпїS-пїSпїS «пїSпїSпїS», 2017. – 142 с.
24. ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS.ПЇS. *niSniSniSniSniSniSniSniSniS-niSniSniS, niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS-niSniSniS niS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS*: пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїS. пїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїS-пїS. пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS, 2000. пїS 18 пїS.
25. ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS.ПЇS., ПЇSПЇSПЇSПЇS-ПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS.ПЇS., ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS-ПЇS ПЇS.ПЇS., ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS.ПЇS., ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS.ПЇS. *niSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS* // пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS2122745. – 1998. – пїSпїSпїS. пїS33.

26. ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS.ПЇS. *niSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniS-niSniS niSniS niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niS-niSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS-niS/niSniSniSniSniS* // пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. – 2006. – пїS. 13, пїS3. – пїS. 369–385.

27. ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS.ПЇS. *niSniSniSniSniSniS-niSniSniSniS – niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniS niSniSniSniS-niSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS* // пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS: пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS. – пїS.: пїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS, 2003. – пїS. 340–342.

28. ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS.ПЇS. *niS niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniS niSniSniSniSniSniS* [пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS] // пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS пїS.пїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS: пїSпїSпїS-пїS. – URL: http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm (пїS-пїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS: 23.08.2007).

29. ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS.ПЇS. *niSniSniSniSniSniS-niSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniS* // пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS: пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїS: пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS. – 21.10.03. – URL: http://www.oim.ru/reader.asp?nomer=366 (пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS: 17.04.07).

30. *niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniS : niSniSniSniSniSniSniS-niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS* / пїSпїS-

пїS. пїSпїSпїS. пїS-пїSпїS, пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. [пїSпїSпїS.], 2005–2007. – URL: http://www.nlr.ru/lawcenter/ izd/index.html (пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS: 18.01.2007).

31. пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїS пїS2000130511/28, 04.12.2000.
32. ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS.ПЇS., ПЇSПЇSПЇSПЇS-ПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS.ПЇS., ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS-ПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS.ПЇS. *niSniSniSniSniSniSniSniSniS-niS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niSniS.* 5-пїS пїSпїSпїS., пїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїS пїSпїS-пїS. – пїS.:пїSпїSпїSпїSпїS-пїS, 2006. – 494 пїS.
33. *niSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniS-niSniSniSniSniSniSniSniS: niSniSniSniS niSniSniS-niS* [пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїS-пїSпїSпїS]. – пїSпїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS: http://nsk.adme.ru/news/2006/07/ 03/2121.html.
34. ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS.ПЇS. *niSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS-niSniSniS niSniSniSniSniSniSniS*: пїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїS пїS-пїSпїSпїSпїS. 2-пїS пїSпїSпїS. – пїS.: пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS, 2006. – пїS. 305–412.
35. ПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇSПЇS ПЇS. ПЇS. *niSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniSniS niS niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS-niS: niSniS niSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS-niSniSniSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniS*: пїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїS. – пїS., 2002. – пїS. 54–55.
36. *niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniSniSniSniS niS niS-niSniSniSniSniSniSniSniS niSniSniSniSniS: niSniSniSniSniSniS-niSniS niS niSniSniSniSniSniSniSniS*: пїSпїSпїSпїSпїSпїS. пїS-пїS. пїSпїSпїSпїS. пїSпїS. / пїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїS. пїSпїS-пїS; [пїSпїSпїS пїSпїSпїS. пїS.пїS. пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїSпїS]. – пїSпїSпїSпїSпїSпїS: пїSпїSпїS-пїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS. пїSпїS-пїSпїS, 1999. – 199 пїS.

37. *niSniïSniSniSniïSniSniSniS niS niSniïSniSniSniïSniSniSniS niS-niSniSniSniSniS niS niSniSniïSniSniïSniSniïSniSniS niSniS-niSniïSniSniSniïSniS niSniSniSniïSniSniSniïSniSniS*: пїSпїSпїS-пїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїSпїS, пїSпїSпїS. 2007 / пїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїS. пїSпїSпїSпїS, пїSпїS-пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS пїS пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS-пїS. пїSпїSпїSпїSпїSпїSпїSпїS. – пїS.: пїSпїSпїSпїSпїS, 2007. – 39 пїS.
38. CRAWFORD P.J., BARRETT T.P. *The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works* // Ref. Libr. – 1997. – Vol. 3, No. 58. – P. 75–85.
39. http://www.nlr.ru/index.html (пїSпїSпїSпїS пїSпїSпїSпїSпїS-пїSпїSпїSпїS: 20.02.2007).

ARTICLE TITLE

Alexander Ivanov, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, Cand.Sc., assistant professor (aaivanov@mail.ru).
Boris Petrov, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, Doctor of Science, professor (Moscow, Profsoyuznaya st., 65, (495)000-00-00).
Vikor Sidorov, Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, student (viktor.sidorov@mipt.ru).

Abstract: 150–200 words. Describes the standards of articles' formatting for "Large systems control" papers collection. Provides the examples for typical elements of an article. 150–200 words. Describes the standards of articles' formatting for "Large systems control" papers collection. Provides the examples for typical elements of an article. 150–200 words. Describes the standards of articles' formatting for "Large systems control" papers collection. Provides the examples for typical elements of an article. 150–200 words. Describes the standards of articles' formatting for "Large systems control" papers collection. Provides the examples for typical elements of an article.

Keywords: large systems control, electronic scientific publication, article formatting template.

пїSпїSпїS ...
пїSпїSпїS ...

Статья представлена к публикации членом редакционной коллегии ...

Поступила в редакцию ...
Дата опубликования ...