

ОБОБЩЕНОМРЕЖОВ МОДЕЛ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ГРАДСКИЯ ТРАНСПОРТ. НОВА ТРАНСПОРТНА СХЕМА НА ГРАД БУРГАС

Иван Вълков¹, Красимир Атанасов^{2,3} и Евдокия Сотирова³

¹ул. “Ангел Димитров” No 31, кв. Сарафово, Бургас
e-mail: ivalkovv@abv.bg

²ИБФБМИ, Българска академия на науките
ул. “Акад. Г. Бончев”, бл. 105, София
e-mail: krat@bas.bg

³Секция по интелигентни системи,
Университет “Проф.д-р А.Златаров“, Бургас
бул. “Хр.Якимов”, 1

Резюме: Описват се обобщеномрежови модели на обществения транспорт в град Бургас след 2017 г.

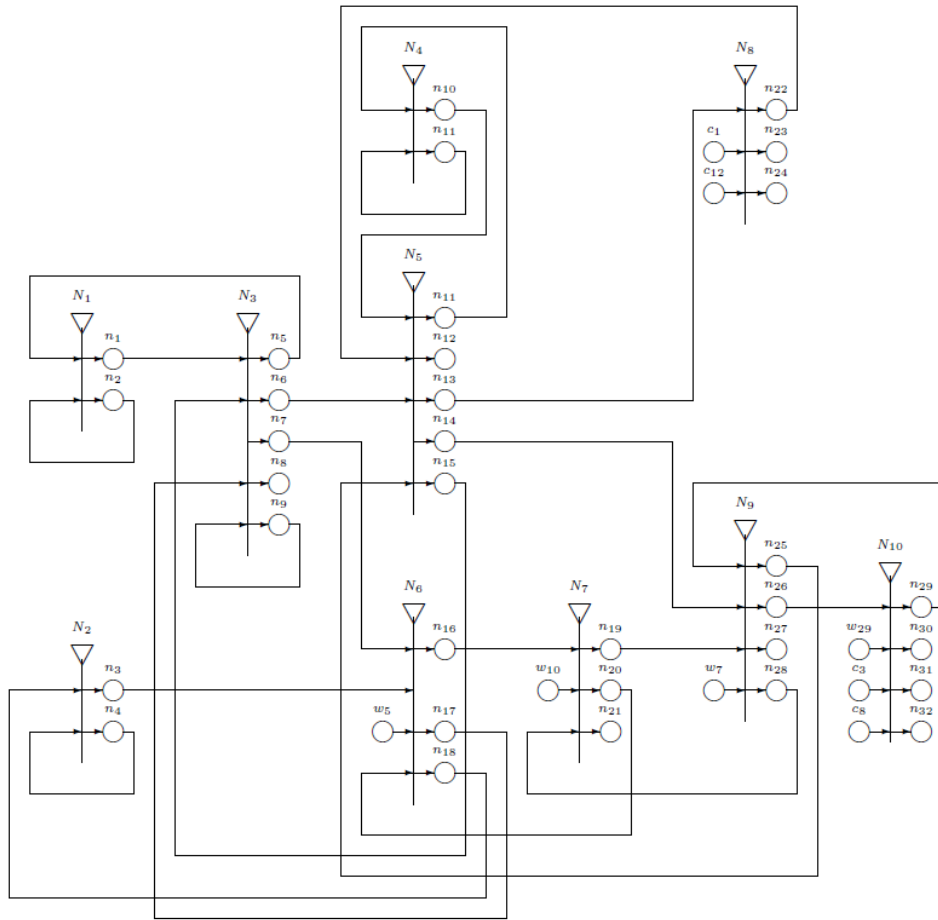
Ключови думи: Градски транспорт, Модел, Обобщена мрежа.

1 Въведение

Статията е продължение на изследването ни от [1], в което описахме обобщеномрежов (ОМ; вж. [2, 3]) модел на транспортната схема на гр. Бургас преди 2017 г.

Настоящата статия съдържа преглед и анализ на съществуващите от края на 2017 г. график и потребности на транспортната схема на гр. Бургас (вж. Фиг. 1, [4]).

Аналогично на изследванията в предходната глава поради своята значителна големина и сложност, ОМ моделът е разделен на четири части, съответстващи на четирите основни зони на гр. Бургас – северна (нейните преходи и позиции ще бъдат означени, съответно, с N и n), западна (W и w), централна (C и c) и южна (E и e). Преходите на ОМ модели съответстват на отделните автобусни спирки, а позициите и дъгите – на автобусните линии, свързващи тези спирки.



Фиг. 2. Обобщеномрежов модел на Северната зона, транспортна схема 2017 г.

$$N_1 = \langle \{n_2, n_5\}, \{n_1, n_2\}, \begin{array}{c|cc} n_2 & n_1 & n_2 \\ & P_{2,1} & P_{2,2} \\ n_5 & false & true \end{array} \rangle,$$

$$N_2 = \langle \{n_4, n_{18}\}, \{n_3, n_4\}, \begin{array}{c|cc} n_4 & n_3 & n_4 \\ & P_{4,3} & P_{4,4} \\ n_{18} & false & true \end{array} \rangle,$$

където

$P_{4,3}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_6 “,

$P_{4,4}$ = “не е настъпил моментът за тръгване на автобуса от началната спирка“.

$$N_3 = \langle \{n_1, n_9, n_{15}, n_{17}\}, \{n_5, n_6, n_7, n_8, n_9\},$$

	n_5	n_6	n_7	n_8	n_9
n_1	<i>false</i>	$P_{1,6}$	$P_{1,7}$	<i>false</i>	<i>false</i>
n_9	<i>false</i>	$P_{9,6}$	$P_{9,7}$	$P_{9,8}$	$P_{9,9}$
n_{15}	$P_{15,5}$	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{15,9}$
n_{17}	$P_{17,5}$	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{17,9}$

$$\rangle,$$

където

$P_{1,6} = P_{9,6}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_5 “,

$P_{1,7} = P_{9,7}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_6 “,

$P_{9,8}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_3 “,

$P_{15,5} = P_{17,5}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_1 “,

$P_{9,9}$ = “не е настъпил моментът за тръгване на автобуса от началната спирка“.

$$N_4 = \langle \{n_{11}, n_{12}\}, \{n_{10}, n_{11}\},$$

	n_{10}	n_{11}
n_{11}	$P_{11,10}$	$P_{11,11}$
n_{12}	<i>false</i>	<i>true</i>

$$\rangle,$$

където

$P_{11,10}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_5 “,

$P_{11,11}$ = “не е настъпил моментът за тръгване на автобуса от началната спирка“.

$$N_5 = \langle \{n_6, n_{10}, n_{22}, n_{27}\}, \{n_{12}, n_{13}, n_{14}, n_{15}\},$$

	n_{12}	n_{13}	n_{14}	n_{15}
n_6	<i>false</i>	$P_{6,13}$	$P_{6,14}$	<i>false</i>
n_{10}	<i>false</i>	$P_{10,13}$	$P_{10,14}$	<i>false</i>
n_{22}	$P_{22,12}$	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{22,15}$
n_{27}	$P_{27,12}$	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{27,15}$

$$\rangle,$$

където

$P_{6,13} = P_{10,13}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_8 “,

$P_{6,14} = P_{10,14}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_9 “,

$P_{22,12} = P_{27,12}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_4 “,

$P_{22,15} = P_{27,15}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_3 “.

$$N_6 = \langle \{n_3, n_7, n_{20}, w_5\}, \{n_{16}, n_{17}, n_{18}\},$$

	n_{16}	n_{17}	n_{18}
n_3	<i>true</i>	<i>false</i>	<i>false</i>
n_7	<i>true</i>	<i>false</i>	<i>false</i>
n_{20}	<i>false</i>	$P_{20,17}$	$P_{20,18}$
w_5	<i>false</i>	<i>true</i>	<i>false</i>

$$\rangle,$$

където

$P_{20,17}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_3 “,

$P_{20,18}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_2 “.

$$N_7 = \langle \{n_{16}, n_{28}, w_{10}\}, \{n_{19}, n_{20}, n_{21}\}, \begin{array}{c|ccc} & n_{19} & n_{20} & n_{21} \\ \hline n_{16} & P_{16,19} & false & P_{16,21} \\ n_{28} & false & P_{28,20} & false \\ w_{10} & false & P_{10,20} & false \end{array} \rangle,$$

където

$P_{16,19}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_9 “,

$P_{16,21}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_5 “,

$P_{10,20} = P_{28,20}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_6 “.

$$N_8 = \langle \{n_{13}, c_1, c_{12}\}, \{n_{22}, n_{23}, n_{24}\}, \begin{array}{c|ccc} & n_{22} & n_{23} & n_{24} \\ \hline n_{13} & false & P_{13,23} & P_{13,24} \\ c_1 & true & false & false \\ c_{12} & true & false & false \end{array} \rangle,$$

където

$P_{13,23}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_4 “,

$P_{13,24}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_1 “.

$$N_9 = \langle \{n_{14}, n_{19}, n_{29}, w_7\}, \{n_{25}, n_{26}, n_{27}, n_{28}\}, \begin{array}{c|cccc} & n_{25} & n_{26} & n_{27} & n_{28} \\ \hline n_{14} & false & P_{14,26} & P_{14,27} & false \\ n_{19} & false & P_{19,26} & P_{19,27} & false \\ n_{29} & P_{29,25} & false & false & P_{29,28} \\ w_7 & P_{7,25} & false & false & P_{7,28} \end{array} \rangle,$$

където

$P_{14,26} = P_{19,26}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_{10} “,

$P_{14,27} = P_{19,27}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_5 “,

$P_{29,25} = P_{7,25}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_7 “,

$P_{29,28} = P_{7,28}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_7 “.

$$N_{10} = \langle \{n_{26}, w_{29}, c_3, c_8\}, \{n_{29}, n_{30}, n_{31}, n_{32}\}, \begin{array}{c|cccc} & n_{29} & n_{30} & n_{31} & n_{32} \\ \hline n_{26} & false & P_{26,30} & P_{26,31} & P_{26,32} \\ w_{29} & P_{29,29} & false & false & false \\ c_3 & P_{3,29} & false & false & false \\ c_8 & P_{8,29} & false & false & false \end{array} \rangle,$$

където

$P_{26,30}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_1 “,

$P_{26,31}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_2 “,

$P_{29,25} = P_{7,25}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_{10} “,

$P_{3,29} = P_{8,29} = P_{29,29}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_9 “.

3 Обобщеномрежов модел на Западната зона на Бургас

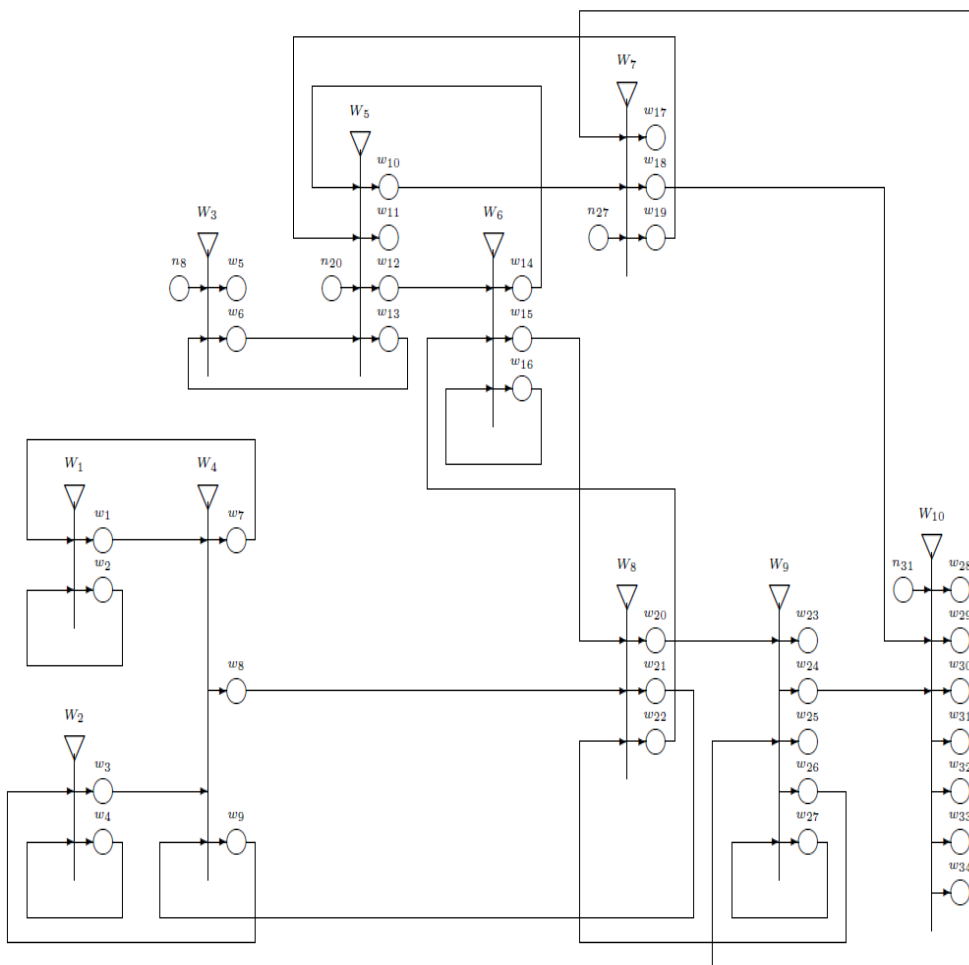
Обобщеномрежовият модел на Западната зона, транспортна схема 2017 г. е представен на Фиг. 3. Той съдържа следните преходи.

$$W_1 = \langle \{w_2, w_7\}, \{w_1, w_2\}, w_2 \mid \begin{array}{c|cc} & w_1 & w_2 \\ \hline P_{2,1} & & P_{2,2} \\ w_7 & false & true \end{array} \rangle,$$

където

$P_{2,1}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_4 “,

$P_{2,2}$ = “не е настъпил моментът за тръгване на автобуса от началната спирка“.



Фиг. 3. ОМ модел на Западната зона на гр. Бургас, транспортна схема 2017 г.

$$W_2 = \langle \{w_4, w_9\}, \{w_3, w_4\}, \begin{array}{c|cc} & w_3 & w_4 \\ \hline w_4 & P_{4,3} & P_{4,4} \\ w_9 & false & true \end{array} \rangle,$$

където

$P_{4,3}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_4 ”,

$P_{4,4}$ = “не е настъпил моментът за тръгване на автобуса от началната спирка”.

$$W_3 = \langle \{w_{13}, w_8\}, \{w_5, w_6\}, \begin{array}{c|cc} & w_5 & w_6 \\ \hline w_{13} & true & false \\ w_8 & false & true \end{array} \rangle.$$

$$W_4 = \langle \{w_1, w_3, w_{21}\}, \{w_7, w_8, w_9\}, \begin{array}{c|ccc} & w_7 & w_8 & w_9 \\ \hline w_1 & false & P_{1,8} & false \\ w_3 & true & P_{3,8} & false \\ w_{21} & P_{21,7} & false & P_{21,9} \end{array} \rangle,$$

където

$P_{1,8} = P_{3,8}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_8 ”,

$P_{21,7}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_1 ”,

$P_{21,9}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_3 ”.

$$W_5 = \langle \{w_6, w_{14}, w_{19}, n_{20}\}, \{w_{10}, w_{11}, w_{12}, w_{13}\}, \begin{array}{c|cccc} & w_{10} & w_{11} & w_{12} & w_{13} \\ \hline w_6 & P_{6,10} & P_{6,11} & P_{6,12} & false \\ w_{14} & P_{14,10} & false & false & P_{14,13} \\ w_{19} & false & false & false & P_{19,13} \\ n_{20} & false & P_{20,11} & P_{20,12} & false \end{array} \rangle,$$

където

$P_{6,10} = P_{14,10}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_7 ”,

$P_{6,11} = P_{20,11}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_7 ”,

$P_{6,12} = P_{20,12}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_6 ”,

$P_{14,13} = P_{19,13}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_3 ”.

$$W_6 = \langle \{w_{12}, w_{16}, w_{22}\}, \{w_{14}, w_{15}, w_{16}\}, \begin{array}{c|ccc} & w_{14} & w_{15} & w_{16} \\ \hline w_{12} & false & false & true \\ w_{16} & P_{16,14} & P_{16,15} & P_{16,16} \\ w_{22} & false & false & true \end{array} \rangle,$$

където

$P_{16,14}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_5 ”,

$P_{16,15}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_8 ”,

$P_{16,16}$ = “не е настъпил моментът за тръгване на автобуса от началната спирка”.

$$W_7 = \langle \{w_{10}, w_{28}, n_{27}\}, \{w_{17}, w_{18}, w_{19}\},$$

	w_{17}	w_{18}	w_{19}
w_{10}	$P_{10,17}$	$P_{10,18}$	<i>false</i>
w_{28}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
w_{27}	<i>false</i>	$P_{27,18}$	$P_{27,19}$

$$\rangle,$$

където

$P_{10,17}$ = “автобусът ще се движи към спирка N_9 “,

$P_{10,18} = P_{27,18}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_{10} “,

$P_{27,19}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_5 “.

$$W_8 = \langle \{w_8, w_{15}, w_{26}\}, \{w_{20}, w_{21}, w_{22}\},$$

	w_{20}	w_{21}	w_{22}
w_8	<i>true</i>	<i>false</i>	<i>false</i>
w_{15}	<i>true</i>	<i>false</i>	<i>false</i>
w_{26}	<i>false</i>	$P_{26,21}$	$P_{26,22}$

$$\rangle,$$

където

$P_{26,21}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_4 “,

$P_{26,22}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_6 “.

$$W_9 = \langle \{w_{20}, w_{27}, w_{34}\}, \{w_{23}, w_{24}, w_{25}, w_{26}, w_{27}\},$$

	w_{23}	w_{24}	w_{25}	w_{26}	w_{27}
w_{20}	$P_{20,23}$	$P_{20,24}$	$P_{20,25}$	<i>false</i>	$P_{20,27}$
w_{27}	<i>false</i>	$P_{27,24}$	$P_{27,25}$	$P_{27,26}$	$P_{27,27}$
w_{34}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{34,26}$	$P_{34,27}$

$$\rangle,$$

където

$P_{20,23} = P_{27,23}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_3 “,

$P_{20,24} = P_{27,24}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_{10} “,

$P_{20,25} = P_{27,25}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_6 “,

$P_{20,26} = P_{27,26}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_8 “,

$P_{20,27} = P_{27,27}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_9 “,

$P_{27,27}$ = “не е настъпил моментът за тръгване на автобуса от началната спирка“.

$$W_{10} = \langle \{w_{18}, w_{24}, n_{31}\}, \{w_{28}, w_{29}, w_{30}, w_{31}, w_{32}, w_{33}, w_{34}\},$$

	w_{28}	w_{29}	w_{30}	w_{31}	w_{32}	w_{33}	w_{34}
w_{18}	<i>false</i>	$P_{18,29}$	$P_{18,30}$	$P_{18,31}$	$P_{18,32}$	$P_{18,33}$	<i>false</i>
w_{24}	<i>false</i>	$P_{24,29}$	$P_{24,30}$	$P_{24,31}$	$P_{24,32}$	$P_{24,33}$	$P_{24,34}$
n_{31}	$P_{31,28}$	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{31,34}$

$$\rangle,$$

където

$P_{24,28} = P_{31,28}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_7 “,

$P_{18,29} = P_{24,29}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_3 “,

$P_{18,30} = P_{24,30}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_6 “,

$P_{18,31} = P_{24,31}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_2 “,

$P_{18,32} = P_{24,32}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_9 “,

$P_{18,33} = P_{24,33}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_{11} “.

$P_{31,34} =$ “автобусът ще се движи към спирка W_9 “.

4 Обобщеномрежов модел на Централната зона на Бургас

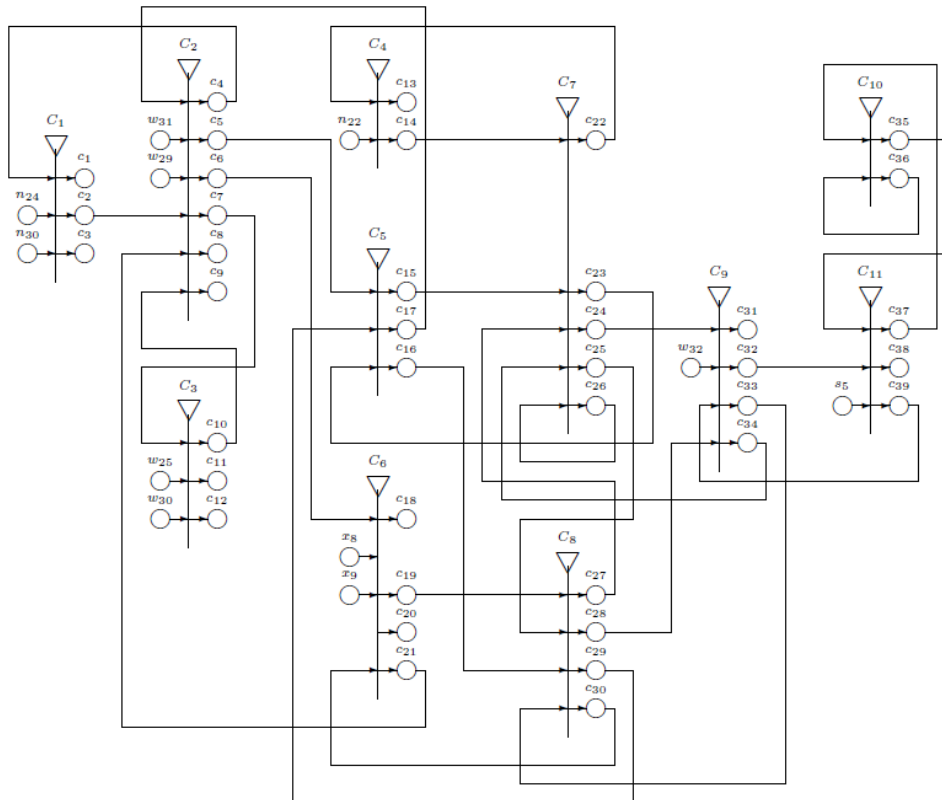
Обобщеномрежовият модел на *Централната* зона на гр. Бургас, транспортна схема 2017 г. е представен на Фиг. 4. Той съдържа следните преходи.

$$C_1 = \langle \{c_4, n_{24}, n_{30}\}, \{c_1, c_2, c_3\}, \begin{array}{c|ccc} & c_1 & c_2 & c_3 \\ \hline c_4 & P_{4,1} & false & P_{4,3} \\ n_{24} & false & true & false \\ n_{30} & false & true & false \end{array} \rangle,$$

където

$P_{4,1} =$ “автобусът ще се движи към спирка N_8 “,

$P_{4,3} =$ “автобусът ще се движи към спирка N_{10} “.



Фиг. 4. OM модел на *Централната* зона на гр. Бургас, транспортна схема 2017 г.

$$C_2 = \langle \{c_2, c_{10}, c_{16}, n_{31}, w_{29}\}, \{c_4, c_5, c_6, c_7, c_8, c_9\},$$

	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9
c_2	<i>false</i>	$P_{2,5}$	$P_{2,6}$	$P_{2,7}$	<i>false</i>	<i>false</i>
c_{10}	$P_{10,4}$	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{10,9}$
c_{16}	$P_{16,4}$	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{16,8}$	$P_{16,9}$
c_{21}	$P_{21,4}$	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{21,9}$
n_{31}	<i>false</i>	$P_{31,5}$	$P_{31,6}$	$P_{31,7}$	<i>false</i>	<i>false</i>
w_{29}	<i>false</i>	$P_{29,5}$	$P_{29,6}$	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>

където

$P_{2,5} = P_{31,5} = P_{29,5}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_5 “,
 $P_{2,6} = P_{31,6} = P_{29,6}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_6 “,
 $P_{2,7} = P_{31,7}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_3 “,
 $P_{10,4} = P_{16,4} = P_{21,4}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_1 “,
 $P_{16,9}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_{10} “,
 $P_{10,9} = P_{16,9} = P_{21,9}$ = “ автобусът ще се движи към спирка N_{10} “.

$$C_3 = \langle \{c_7, w_{25}, w_{30}\}, \{c_{10}, c_{11}, c_{12}\},$$

	c_{10}	c_{11}	c_{12}
c_7	$P_{7,10}$	<i>false</i>	$P_{7,12}$
w_{25}	<i>true</i>	<i>false</i>	<i>false</i>
w_{30}	<i>true</i>	<i>false</i>	<i>false</i>

където

$P_{7,10}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_9 “,
 $P_{7,12}$ = “автобусът ще се движи към спирка W_{10} “.

$$C_4 = \langle \{c_{22}, n_{22}\}, \{c_{13}, c_{14}\},$$

	c_{13}	c_{14}
c_{22}	<i>true</i>	<i>false</i>
n_{22}	<i>false</i>	<i>true</i>

$$C_5 = \langle \{c_5, c_{18}, c_{29}\}, \{c_{15}, c_{16}, c_{17}\},$$

	c_{15}	c_{16}	c_{17}
c_5	$P_{5,15}$	<i>false</i>	$P_{5,17}$
c_{18}	<i>true</i>	<i>false</i>	<i>false</i>
c_{29}	<i>true</i>	<i>false</i>	<i>false</i>

където

$P_{5,15}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_7 “,
 $P_{5,17}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_8 “.

$$C_6 = \langle \{c_6, c_{30}, w_{26}, w_{31}\}, \{c_{18}, c_{19}, c_{20}, c_{21}\},$$

	c_{18}	c_{19}	c_{20}	c_{21}
c_6	<i>false</i>	<i>true</i>	<i>false</i>	<i>false</i>
c_{30}	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{30,20}$	$P_{30,21}$
w_{26}	$P_{26,18}$	$P_{26,19}$	<i>false</i>	<i>false</i>
w_{31}	$P_{31,18}$	$P_{31,19}$	<i>false</i>	<i>false</i>

$$\rangle,$$

където

$P_{30,20} =$ “автобусът ще се движи към спирка W_9 “,

$P_{30,21} =$ “автобусът ще се движи към спирка C_2 “,

$P_{26,18} = P_{31,18} =$ “автобусът ще се движи към спирка W_{10} “,

$P_{26,19} = P_{31,19} =$ “автобусът ще се движи към спирка C_8 “.

$$C_7 = \langle \{c_{14}, c_{15}, c_{26}, c_{27}, c_{34}\}, \{c_{22}, c_{23}, c_{24}, c_{25}, c_{26}\},$$

	c_{22}	c_{23}	c_{24}	c_{25}	c_{26}
c_{14}	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{14,24}$	$P_{14,25}$	$P_{14,26}$
c_{15}	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{15,24}$	$P_{15,25}$	$P_{15,26}$
c_{26}	$P_{26,22}$	$P_{26,23}$	$P_{26,24}$	$P_{26,25}$	$P_{26,26}$
c_{27}	$P_{27,22}$	$P_{27,23}$	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{27,26}$
n_{34}	$P_{34,22}$	$P_{34,23}$	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{34,26}$

$$\rangle,$$

където

$P_{14,24} = P_{15,24} = P_{26,24} =$ “автобусът ще се движи към спирка C_9 “,

$P_{14,25} = P_{15,25} = P_{26,25} =$ “автобусът ще се движи към спирка C_8 “,

$P_{14,26} = P_{15,26} = P_{27,26} = P_{34,26} =$ “автобусът ще се движи към спирка C_7 “,

$P_{26,22} = P_{27,22} = P_{34,22} =$ “автобусът ще се движи към спирка C_4 “,

$P_{26,23} = P_{27,23} = P_{34,23} =$ “автобусът ще се движи към спирка C_5 “,

$P_{26,26} =$ “не е настъпил моментът за тръгване на автобуса от началната спирка“.

$$C_8 = \langle \{c_{17}, c_{19}, c_{25}, c_{33}\}, \{c_{27}, c_{28}, c_{29}, c_{30}\},$$

	c_{27}	c_{28}	c_{29}	c_{30}
c_{17}	<i>false</i>	<i>true</i>	<i>false</i>	<i>false</i>
c_{19}	$P_{19,27}$	$P_{19,28}$	<i>false</i>	<i>false</i>
c_{25}	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{25,29}$	$P_{25,30}$
c_{33}	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{33,29}$	$P_{33,30}$

$$\rangle,$$

където

$P_{19,27} =$ “автобусът ще се движи към спирка C_7 “,

$P_{19,28} =$ “автобусът ще се движи към спирка C_9 “,

$P_{25,29} = P_{33,29} =$ “автобусът ще се движи към спирка C_5 “,

$P_{25,30} = P_{33,30} =$ “автобусът ще се движи към спирка C_6 “.

$$C_9 = \langle \{c_{24}, c_{28}, w_{32}, c_5\}, \{c_{31}, c_{32}, c_{33}, c_{34}\}, \begin{array}{c|ccc} & c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} \\ \hline c_{24} & P_{24,31} & P_{24,32} & false & false \\ c_{28} & P_{28,31} & P_{28,32} & false & false \\ w_{32} & P_{32,31} & P_{32,32} & false & false \\ c_{39} & false & false & P_{39,33} & P_{39,34} \end{array} \rangle,$$

където

$P_{24,31} = P_{28,31} = P_{32,31}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_2 “,

$P_{24,32} = P_{28,32} = P_{32,32}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_{11} “,

$P_{39,33}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_8 “,

$P_{39,34}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_7 “.

$$C_{10} = \langle \{c_{36}, n_{37}\}, \{c_{35}, c_{36}\}, \begin{array}{c|cc} & c_{35} & c_{36} \\ \hline c_{36} & P_{36,35} & P_{36,36} \\ n_{37} & false & true \end{array} \rangle,$$

$P_{36,35}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_{11} “,

$P_{36,36}$ = “не е настъпил моментът за тръгване на автобуса от началната спирка“,

$$C_{11} = \langle \{c_{32}, c_{35}, s_5\}, \{c_{37}, c_{38}, c_{39}\}, \begin{array}{c|ccc} & c_{37} & c_{38} & c_{39} \\ \hline c_{32} & P_{32,37} & P_{32,38} & false \\ c_{35} & false & false & true \\ s_5 & false & false & true \end{array} \rangle,$$

където

$P_{32,37}$ = “автобусът ще се движи към спирка C_{10} “,

$P_{32,38}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_1 “.

5 Обобщеномрежов модел на Южната зона на Бургас

Обобщеномрежовият модел на Южната зона е представен на Фиг. 5.

$$S_1 = \langle \{s_2, s_3\}, \{s_1, s_2\}, \begin{array}{c|cc} & s_1 & s_2 \\ \hline s_2 & P_{2,1} & P_{2,2} \\ s_3 & false & true \end{array} \rangle,$$

$P_{2,1}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_2 “,

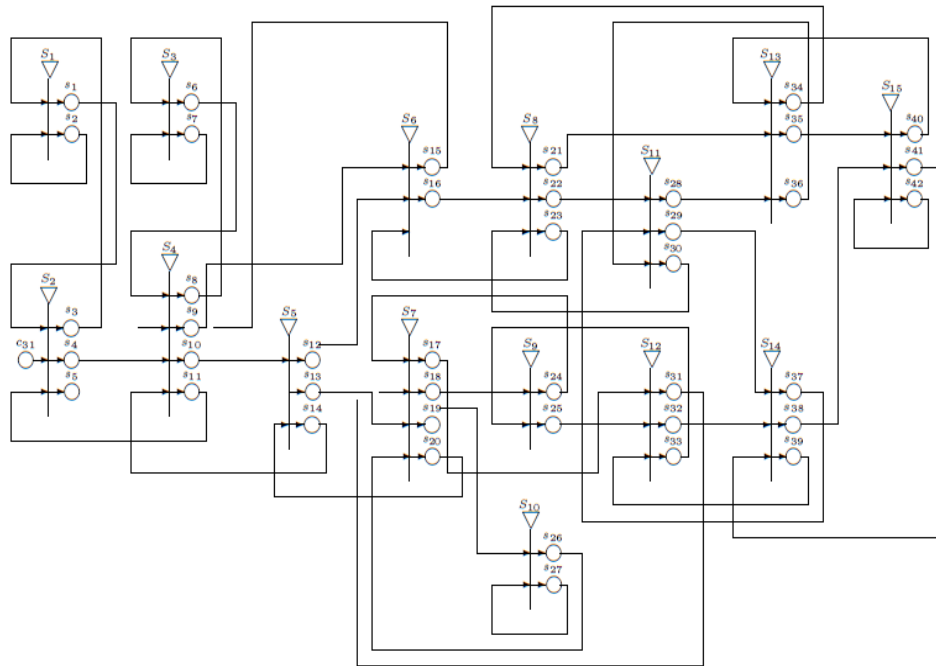
$P_{2,2}$ = “не е настъпил моментът за тръгване на автобуса от началната спирка“.

$$S_2 = \langle \{s_1, s_{11}, c_{31}\}, \{s_3, s_4, s_5\}, \begin{array}{c|ccc} & s_3 & s_4 & s_5 \\ \hline s_1 & false & false & true \\ s_{11} & false & false & true \\ c_{31} & P_{31,3} & P_{31,4} & false \end{array} \rangle,$$

където

$P_{31,3}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_1 “,

$P_{31,4}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_4 “.



Фиг. 5. OM модел на Южната зона на гр. Бургас, транспортна схема 2017 г.

$$S_3 = \langle \{s_7, s_8\}, \{s_6, s_7\}, s_7 \begin{array}{c|cc} & s_6 & s_7 \\ \hline P_{7,6} & P_{7,6} & P_{7,7} \\ s_8 & false & true \end{array} \rangle,$$

$P_{7,6}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_4 “,

$P_{7,7}$ = “не е настъпил моментът за тръгване на автобуса от началната спирка“.

$$S_4 = \langle \{s_4, s_6, s_{14}, s_{15}\}, \{s_8, s_9, s_{10}, s_{11}\},$$

	s_8	s_9	s_{10}	s_{11}
s_4	$P_{4,8}$	$P_{4,9}$	$P_{4,10}$	<i>false</i>
s_6	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{6,11}$
s_{14}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{14,11}$
s_{15}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{15,11}$

където

$P_{4,8}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_3 “,

$P_{4,9}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_6 “,

$P_{4,10}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_5 “,

$P_{6,11} = P_{14,11} = P_{15,11}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_2 “.

$$S_5 = \langle \{s_{10}, s_{20}\}, \{s_{12}, s_{13}, s_{14}\},$$

	s_{12}	s_{13}	s_{14}
s_{10}	$P_{10,12}$	$P_{10,13}$	<i>false</i>
s_{20}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>

$P_{10,12}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_6 “,

$P_{10,13}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_7 “.

$$S_6 = \langle \{s_9, s_{12}, s_{23}\}, \{s_{15}, s_{16}\},$$

	s_{15}	s_{16}
s_9	<i>false</i>	<i>true</i>
s_{12}	<i>false</i>	<i>true</i>
s_{23}	<i>true</i>	<i>false</i>

$$S_7 = \langle \{s_{13}, s_{24}, s_{26}, s_{31}\}, \{s_{17}, s_{18}, s_{19}, s_{20}\},$$

	s_{17}	s_{18}	s_{19}	s_{20}
s_{13}	$P_{13,17}$	$P_{13,18}$	$P_{13,19}$	<i>false</i>
s_{24}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{24,20}$
s_{26}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{26,20}$
s_{31}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	$P_{31,20}$

където

$P_{13,17}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_{12} “,

$P_{13,18}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_9 “,

$P_{13,19}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_{10} “,

$P_{24,20} = P_{26,20} = P_{31,20}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_5 “.

$$S_8 = \langle \{s_{16}, s_{24}, s_{34}\}, \{s_{21}, s_{22}, s_{23}\},$$

	s_{21}	s_{22}	s_{23}
s_{16}	$P_{16,21}$	$P_{16,22}$	<i>false</i>
s_{24}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
s_{34}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>

където

$P_{16,21}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_{13} “,

$P_{16,22}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_{11} “.

$$S_9 = \langle \{s_{18}, s_{33}\}, \{s_{24}, s_{25}\}, \begin{array}{c|cc} & s_{24} & s_{25} \\ \hline s_{18} & false & true \\ s_{33} & true & false \end{array} \rangle.$$

$$S_{10} = \langle \{s_{19}, s_{27}\}, \{s_{26}, s_{27}\}, \begin{array}{c|cc} & s_{26} & s_{27} \\ \hline s_{19} & false & true \\ s_{27} & P_{27,26} & P_{27,27} \end{array} \rangle,$$

където

$P_{27,26}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_7 “,

$P_{27,27}$ = “не е настъпил моментът за тръгване на автобуса от началната спирка“.

$$S_{11} = \langle \{s_{22}, s_{36}, s_{37}\}, \{s_{28}, s_{29}, s_{30}\}, \begin{array}{c|ccc} & s_{28} & s_{29} & s_{30} \\ \hline s_{22} & P_{22,28} & P_{22,29} & false \\ s_{36} & false & false & true \\ s_{37} & false & false & true \end{array} \rangle,$$

където

$P_{22,28}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_{13} “,

$P_{22,29}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_{14} “.

$$S_{12} = \langle \{s_{17}, s_{25}, s_{39}\}, \{s_{31}, s_{32}, s_{33}\}, \begin{array}{c|ccc} & s_{31} & s_{32} & s_{33} \\ \hline s_{17} & false & true & false \\ s_{25} & false & true & false \\ s_{39} & P_{39,31} & false & P_{39,33} \end{array} \rangle,$$

където

$P_{39,31}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_7 “,

$P_{39,33}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_9 “.

$$S_{13} = \langle \{s_{21}, s_{28}, s_{40}\}, \{s_{34}, s_{35}, s_{36}\}, \begin{array}{c|ccc} & s_{34} & s_{35} & s_{36} \\ \hline s_{21} & false & true & false \\ s_{28} & false & true & false \\ s_{40} & P_{40,34} & false & P_{40,36} \end{array} \rangle,$$

където

$P_{40,34}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_8 “,

$P_{40,36}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_{11} “.

$$S_{14} = \langle \{s_{29}, s_{32}, s_{41}\}, \{s_{37}, s_{38}, s_{39}\}, \begin{array}{c|ccc} & s_{37} & s_{38} & s_{39} \\ \hline s_{29} & false & true & false \\ s_{32} & false & true & false \\ s_{41} & P_{42,37} & false & P_{42,39} \end{array} \rangle,$$

където

$P_{41,37}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_{11} “,

$P_{41,39}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_{12} “.

$$S_{15} = \langle \{s_{35}, s_{38}, s_{42}\}, \{s_{40}, s_{41}, s_{42}\}, \begin{array}{c|ccc} & s_{40} & s_{41} & s_{42} \\ \hline s_{35} & false & false & true \\ s_{38} & false & true & false \\ s_{42} & P_{42,40} & P_{42,41} & P_{42,42} \end{array} \rangle,$$

където:

$P_{42,40}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_{13} “,

$P_{42,41}$ = “автобусът ще се движи към спирка S_{14} “,

$P_{42,42}$ = “не е настъпил моментът за тръгване на автобуса от началната спирка“.

6 Заключение

Представените тук обобщеномрежови модели дават възможност за детайлно моделиране на реалните процеси протичащи по време на движението на автобусите по отделните линии, така че да могат да се изследват най-общите им свойства и характеристики. Те могат да се използват за симулиране на различни ситуации, които могат да възникнат между автобусите в реално време. В резултат на това може да се подобри организацията на автобусната градска мрежа, например да се запази или да се промени графика на конкретен автобус/и.

Чрез подобряване на дейността на интегрирания градски транспорт ще се постигнат следните ефекти:

- повишаване на атрактивността на обществения транспорт чрез подобряване на предлаганите условия;
- подкрепа на метрополисните функции на града за подобряване безопасността на придвижване;
- намаляване на задръстванията по улиците и булевардите на града;
- повишаване на капацитета на системата за обществен транспорт;
- подобряване на екологичната ситуация, посредством намаляване на вредните емисии с въвеждане на оптимизация на тролейбусните и автобусни линии.

За постигане на по-рационален и висококачествен обществен транспорт сме анализирали градските линии и главния транспортен коридор на гр. Бургас в посока север-юг. Общата автобусна мрежа се състои от 19 автобусни линии, като в това число са включени и 2 тролейбусни линии.

Благодарности

Статията е изготвена в рамките на проект на Фонд “Научни изследвания”, № DN02/10 “New Instruments for Knowledge Discovery from Data, and their Modelling”.

Библиография

- [1] Вълков, И., Кр. Атанасов, Обобщеномрежов модел за изследване на градския транспорт. *Годишник на секция „Информатика“*, Съюз на учените в България, Том 8, 2015/2016, 79-96.
- [2] Atanassov, K., On Generalized Nets Theory. Sofia, Prof. Marin Drinov Publishing House, 2007.
- [3] Атанасов, К., Е. Сотирова, Обобщени мрежи. Академично издателство „Проф. М. Дринов”, София, 2017.
- [4] Градски линии транспортна схема, 2017 г., http://burgasbus.info/burgasbus/?page_id=5714.