

ОБОБЩЕНОМРЕЖОВ МОДЕЛ НА ПРЕЧИСТВАТЕЛНА СТАНЦИЯ НА ВОДИ

Ваня Георгиева

Университет „Проф. д-р Асен Златаров“, Бургас
e-mail: v.kr.georgieva@gmail.com

Резюме: В статията е представен обобщеномрежов модел на процесите, протичащи в пречиствателна станция на отпадни води. Чрез него могат да се анализират и настройат стойностите на различните параметри, като например концентрация на активната утайка, концентрация на органичното замърсяване и други индекси, свързани със замърсяването на отпадните води.

Ключови думи: Обобщени мрежи, Пречистване на води.

1. Въведение

Пречистването на отпадни води преминава през три етапа: механична, физико-химична и биологична обработка на водите. Механичната обработка включва процесите прецеждане през решетки или сита, утаяване във пясъкозадържатели, отстраняване на нефтопродукти чрез нефтоуловител и утаяване в първичен утаител. Следва физикохимично пречистване чрез напорна флотация и оттам обработваната вода се подава в звено за биологично пречистване (биобасейн с въглеродна асимилация). Биологично обработената вода постъпва във вторичен утаител, където активната биомаса се разделя от пречистените отпадъчни води чрез гравитационно утаяване. Основната част от уплътнената биомаса рециркулира към биобасейна, а останалата се отделя като излишна. Потокът от обработвана вода попада във филтър за механично филтруване и оттам се подлага може да бъде подаден във хлоратор или озонатор.

В статията е конструиран обобщеномрежов модел на процеса на пречистване на отпадни води. Теорията на обобщените мрежи (ОМ) е описана в [1, 2].

В редица статии са конструирани ОМ за пречистване на отпадни води: метанова ферментация [4], пречиствателни процеси, протичащи в биофилтър и в система „биобасейн – утаител” [3, 5, 6]. С помощта на ОМ са моделирани както технологичната схема на процеса на пречистване на отпадните води в системата „биобасейн – утаител”, така и динамиката на процеса в нея [3, 6].

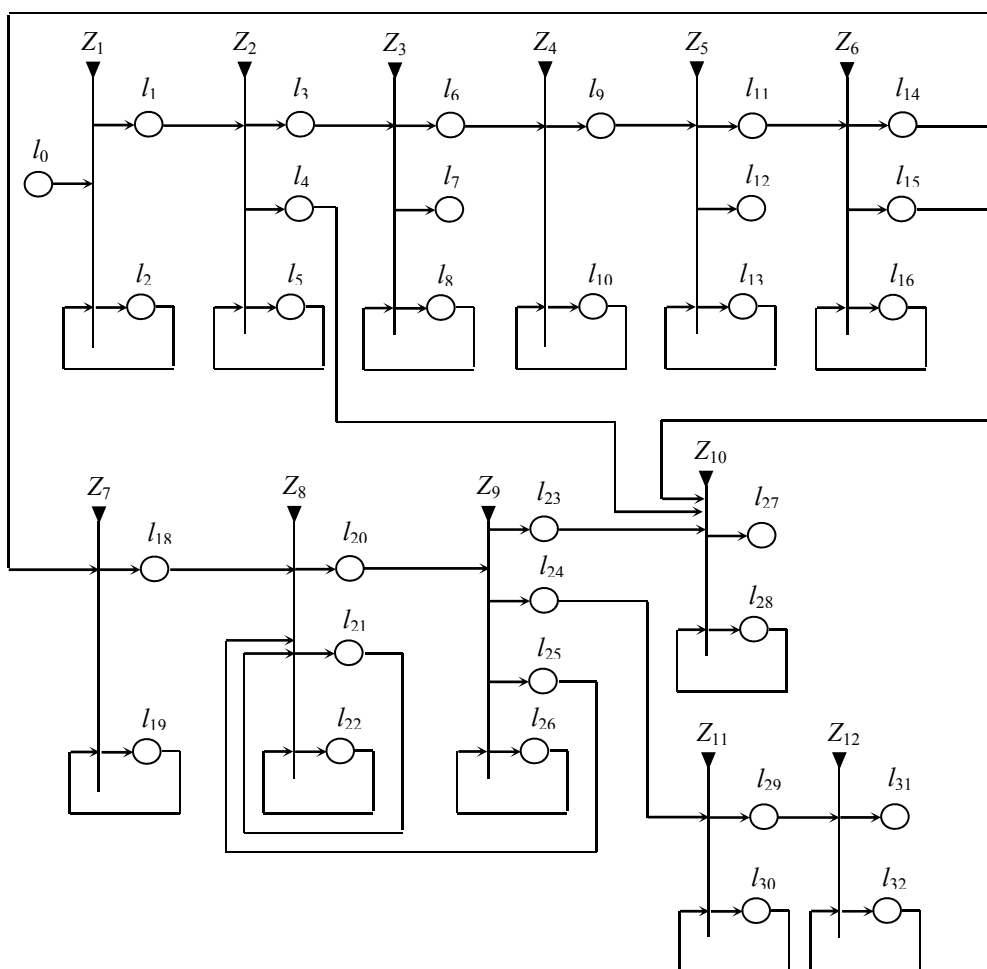
2. Обобщеномрежов модел

ОМ моделът на процесите, протичащи в пречиствателна станция на води е представен на Фиг. 1. Обобщената мрежа съдържа следното множество от преходи:

$$A = \{Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6, Z_7, Z_8, Z_9, Z_{10}, Z_{11}, Z_{12}\},$$

където преходите описват:

- Процеса на механичното пречистване:
 - Получаването на замърсените отпадни води – преход Z_1 ;
 - Прецеждането на отпадните води през решетки (сита) за отстраняване на едри примеси – преход Z_2 ;



Фигура 1. Обобщеномрежов модел на пречистването на отпадни води

- Функциите на пясъкозадържителя – преход Z_3 ;
- Функциите на шнековата помпа – преход Z_4 ;
- Функциите на масло (нефто) уловителя – преход Z_5 ;
- Функциите на първичния утайтел – преход Z_6 ;
- Процеса на физикомеханично пречистване – преход Z_7 ;
- Процеса на биологично пречистване:
 - Функциите на биобасейна с въглеродна асимилация – преход Z_8 ;
 - Функциите на вторичния утайтел – преход Z_9 ;
 - Събирането на утайките – преход Z_{10} ;
 - Механичното филтруване на водата – преход Z_{11} ;
 - Хлорирането на водата – преход Z_{12} .

Първоначално $\beta, \chi, \delta, \varepsilon, \phi_1, \gamma, \theta, \phi_2, \varphi$ и τ ядра стоят в позиции $l_5, l_8, l_{10}, l_{13}, l_{16}, l_{18}, l_{21}, l_{25}, l_{29}$ и l_{31} . Те ще стоят в тези позиции през цялото време на функциониране на обобщената мрежа, като могат да генерират нови ядра. Оригиналните ядра имат следните начални и текущи характеристики:

- β -ядро в позиция l_5 с характеристика „*Решетки (сита)*”;
- χ -ядро в позиция l_8 с характеристика „*Пясъкозадържател*”;
- δ -ядро в позиция l_{10} с характеристика „*Шнекова помпена станция*”;
- ε -ядро в позиция l_{13} с характеристика „*Масло (нефто) уловител*”;
- ϕ_1 -ядро в позиция l_{16} с характеристика „*Първичен утайтел*”;
- γ -ядро в позиция l_{19} с характеристика „*Флотатор*”;
- едно θ_1 -ядро и едно θ_2 -ядро в позиция l_{22} с характеристики съответно „*Биобасейн с въглеродна асимилация*” и „*Рециркулираща вода (нитрати)*”;
- ϕ_2 -ядро в позиция l_{26} с характеристика „*Вторичен утайтел*”;
- φ -ядро в позиция l_{30} с характеристика „*Механичен филтър*”;
- τ -ядро в позиция l_{32} с характеристика „*Хлоратор (озонатор)*”.

По-надолу описанието на тези характеристики ще бъде пропуснато при описанието на отделните преходи.

Позиции l_0 и l_{17} са входни за ОМ. През тях постъпват α_0 и γ_0 -ядра съответно с характеристики: „*Замърсени отпадни води*” (позиция l_0) и „*Флотационни реагенти*” (позиция l_{17}).

$$Z_1 = \langle \{l_0, l_2\}, \{l_1, l_2\}, r_1, \vee(l_0, l_2) \rangle,$$

където

$$r_1 = \begin{array}{c|cc} & l_1 & l_2 \\ \hline l_0 & false & true \\ l_2 & W_{2,1} & W_{2,2} \end{array},$$

и

- $W_{2,1} =$ „Има замърсени отпадни води за пречистване”;
- $W_{2,2} = \neg W_{2,1}$.

α_0 -ядрото, постъпващо в позиция l_2 (през позиция l_0) не получава нова характеристика.

α_1 -ядрото, постъпващо в позиция l_1 получава характеристика „Замърсени отпадни води за пречистване”.

$$Z_2 = \langle \{l_1, l_5\}, \{l_3, l_4, l_5\}, r_2, \vee(l_1, l_5) \rangle,$$

където

$$r_2 = \begin{array}{c|ccc} & l_3 & l_4 & l_5 \\ l_1 & false & false & true \\ l_5 & W_{5,3} & W_{5,4} & true \end{array},$$

и $W_{5,3} = W_{5,4} =$ „Отпадните води са пречистени от едри примеси”.

α_1 -ядрото, постъпващо в позиция l_5 (през позиция l_1) не получава нова характеристика.

α_2 и ξ_1 ядрата, постъпващи в позиции l_3 и l_4 , когато предикатите $W_{5,3}$ и $W_{5,4}$ имат вярностна характеристика “true” получават характеристики съответно: „Отпадни води без едри примеси” в позиция l_3 , и „Едри примеси” в позиция l_4 .

$$Z_3 = \langle \{l_3, l_8\}, \{l_6, l_7, l_8\}, r_3, \vee(l_3, l_8) \rangle,$$

където

$$r_3 = \begin{array}{c|ccc} & l_6 & l_7 & l_8 \\ l_3 & false & false & true \\ l_8 & W_{8,6} & W_{8,7} & true \end{array},$$

и $W_{8,6} = W_{8,7} =$ „Отпадните води са пречистени от по-тежки минерали и примеси”.

α_2 -ядрото, постъпващо в позиция l_8 (през позиция l_3) не получава нова характеристика.

α_3 и ξ_2 ядрата, постъпващи в позиции l_6 и l_7 , когато предикатите $W_{8,6}$ и $W_{8,7}$ имат вярностна характеристика „true” получават характеристики съответно: „Отпадни води без пясък” в позиция l_6 , и „По-тежки минерали и примеси (пясък, въглища, стъкло, сгурия и др.)” в позиция l_7 .

$$Z_4 = \langle \{l_6, l_{10}\}, \{l_9, l_{10}\}, r_4, \vee(l_6, l_{10}) \rangle,$$

където

$$r_4 = \begin{array}{c|cc} & l_9 & l_{10} \\ l_6 & false & true \\ l_{10} & true & true \end{array}.$$

α_3 -ядрото, постъпващо в позиции l_9 и l_{10} не получава нова характеристика.

$$Z_5 = \langle \{l_3, l_{13}\}, \{l_{11}, l_{12}, l_{13}\}, r_5, \vee(l_3, l_{13}) \rangle,$$

където

$$r_5 = \begin{array}{c|ccc} & l_{11} & l_{12} & l_{13} \\ l_3 & false & false & true \\ l_{13} & W_{13,11} & W_{13,12} & true \end{array}$$

и $W_{13,11} = W_{13,12} =$ „Отпадните води са пречистени от вещества, плаващи във водата (масло, мазнини, нефт и др.)”.

α_3 -ядрото, постъпващо в позиция l_{13} (през позиция l_9) не получава нова характеристика.

α_4 и ξ_3 ядрата, постъпващи в позиции l_{11} и l_{12} , когато предикатите $W_{13,11}$ и $W_{13,12}$ имат вярностна характеристика “true” получават характеристики съответно: „Отпадни води без масла, нефт, мазнини и др.” в позиция l_{11} , и „Масла, нефт, мазнини и др.” в позиция l_{12} .

$$Z_6 = \langle \{ l_3, l_{13} \}, \{ l_{11}, l_{12}, l_{13} \}, r_6, \vee(l_3, l_{13}) \rangle,$$

където

$$r_6 = \begin{array}{c|ccc} & l_{14} & l_{15} & l_{16} \\ l_{11} & false & false & true \\ l_{16} & W_{16,14} & W_{16,15} & true \end{array}$$

и $W_{16,14} = W_{16,15} =$ „Отпадните води са пречистени от първични утайки и отпадъци”.

α_4 -ядрото, постъпващо в позиция l_{16} (през позиция l_{11}) не получава нова характеристика.

α_5 и ξ_4 ядрата, постъпващи в позиции l_{14} и l_{15} , когато предикатите $W_{16,14}$ и $W_{16,15}$ имат вярностна характеристика “true” получават характеристики съответно: „Отпадни води без първични утайки и отпадъци” в позиция l_{14} , и „Първични утайки и отпадъци” в позиция l_{15} .

$$Z_7 = \langle \{ l_{14}, l_{17}, l_{19} \}, \{ l_{18}, l_{19} \}, r_7, \vee(\wedge(l_{14}, l_{17}), l_{19}) \rangle,$$

където

$$r_7 = \begin{array}{c|cc} & l_{18} & l_{19} \\ l_{14} & false & true \\ l_{17} & false & true \\ l_{19} & W_{19,18} & true \end{array}$$

и $W_{19,18} =$ „Извършено е физикохимично пречистване на отпадните води”.

α_5 и γ_0 -ядрата, постъпващи в позиция l_{19} не получават нови характеристики. α_6 -ядрото, постъпващо в позиция l_{18} получава характеристика „Бистра вода”.

$$Z_8 = \langle \{ l_{18}, l_{21}, l_{22}, l_{25} \}, \{ l_{20}, l_{21}, l_{22} \}, r_8, \vee(l_{18}, l_{21}, l_{22}, l_{25}) \rangle,$$

където

$r_8 =$	l_{20}	l_{21}	l_{22}
l_{18}	<i>false</i>	<i>true</i>	<i>false</i>
l_{21}	<i>false</i>	$W_{21,21}$	$W_{21,22}$
l_{22}	$W_{22,20}$	<i>false</i>	<i>true</i>
l_{25}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>

- $W_{21,21}$ = „Денитрификацията не е приключила”,
- $W_{21,22}$ = $\neg W_{21,21}$,
- $W_{22,20}$ = „Има пречистени отпадъчни води за вторичния утайтел”.

При първото активиране на прехода Z_8 , α_6 -ядрото от позиция l_{18} постъпва в позиция l_{21} . Когато вярностната стойност на предиката $W_{21,22}$ е „true” α_6 -ядрото от позиция l_{21} се разцепва на две нови ядра: α_7 и θ_0 -ядро, които постъпват в позиция l_{22} с характеристики съответно: „Денитрифицирани отпадни води”, и „Нитрити”.

Постъпилото в позиция l_{22} θ_0 -ядро се слива с циклешото в нея θ_2 -ядро, което запазва своята начална характеристика.

Когато вярностната стойност на предиката $W_{22,20}$ е „true” от позиция l_{22} в позиция l_{20} постъпва α_8 -ядро с характеристика „Пречистени отпадни води”.

$$Z_9 = \langle \{l_{20}, l_{26}\}, \{l_{23}, l_{24}, l_{25}, l_{26}\}, r_9, \vee(l_{20}, l_{26}) \rangle,$$

където

$r_9 =$	l_{23}	l_{24}	l_{25}	l_{26}
l_{20}	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
l_{26}	$W_{26,23}$	$W_{26,24}$	$W_{26,25}$	<i>true</i>

- $W_{26,23}$ = „Има излишна активна утайка”,
- $W_{26,24}$ = „Има пречистени води за механично филтруване”,
- $W_{26,25}$ = „Има рециркулираща активна утайка за биобасейна”.

α_8 -ядрото, постъпващо в позиция l_{26} (през позиция l_{20}) не получава нова характеристика.

α_9 , ξ_5 и ξ_6 ядрата, постъпващи в позиции l_{23} , l_{24} и l_{25} , когато предикатите $W_{26,23}$, $W_{26,24}$ и $W_{26,25}$ имат вярностна характеристика “true” получават характеристики съответно: „Излишна утайка за обработка” в позиция l_{23} , „Пречистени отпадни води за механично филтруване” в позиция l_{24} , и „Рециркулираща активна утайки” в позиция l_{25} .

$$Z_{10} = \langle \{l_4, l_{15}, l_{23}, l_{28}\}, \{l_{27}, l_{28}\}, r_{10}, \vee(l_4, l_{15}, l_{23}, l_{28}) \rangle,$$

където

$r_{10} =$	l_{27}	l_{28}
l_4	<i>false</i>	<i>true</i>
l_{15}	<i>false</i>	<i>true</i>
l_{23}	<i>false</i>	<i>true</i>
l_{28}	$W_{28,27}$	$W_{28,28}$

- $W_{28,27}$ = „Утайката е преработена”,

- $W_{28,28} = \neg W_{28,27}$.

ξ_1 , ξ_4 и ξ_5 ядрата, постъпващи в позиция l_{28} се сливат в ξ_7 ядро характеристика „Утайка за обработка”.

ξ_8 ядрото, постъпващо в позиция l_{27} получава характеристика „Пречистена утайки”.

$$Z_{11} = \langle \{l_{24}, l_{30}\}, \{l_{29}, l_{30}\}, r_{11}, \vee(l_{24}, l_{30}) \rangle,$$

където

$$r_{11} = \begin{array}{c|cc} & l_{29} & l_{30} \\ l_{24} & false & true \\ l_{30} & W_{30,29} & true \end{array},$$

и $W_{30,29} =$ „Извършено е механично филтруване”.

α_{10} -ядрото, постъпващо в позиция l_{29} получава характеристика „Пречистена, механично филтрувана отпадна вода”.

$$Z_{12} = \langle \{l_{29}, l_{32}\}, \{l_{31}, l_{32}\}, r_{12}, \vee(l_{29}, l_{32}) \rangle,$$

където

$$r_{12} = \begin{array}{c|cc} & l_{31} & l_{32} \\ l_{29} & false & true \\ l_{32} & W_{32,31} & true \end{array},$$

и $W_{32,31} =$ „Извършено е хлориране (озониране)”.

α_{11} -ядрото, постъпващо в позиция l_{31} получава характеристика „Пречистена вода”.

3. Заключение

Конструираният ОМ модел позволява да се анализират процесите в пречиствателна станция на отпадни води. Чрез него могат да се проследят стойностите на различните параметри, свързани замърсяването на отпадните води. На тази база може да се оптимизира работата на включените в технологичната схема апарати и съоръжения. Това ще доведе до оптимизацията процеса на кондициониране на водите.

Според стойностите на някои променливи, като концентрацията на активната утайка, концентрацията на органичното замърсяване и други индекси, които отразяват степента на пречистване на отпадните води, могат да бъдат взети някои други решения, като например удължаването или редуцирането на продължителността на престоя в биобасейна или в утайтеля.

Литература

- [1] Atanassov K. *On Generalized Nets Theory*, “Prof. M. Drinov” Academic Publishing House, Sofia, 2007.
- [2] Atanassov, K. *Generalized Nets*, World Scientific. Singapore, 1991.

- [3] Georgiev, P., O. Roeva, T. Pencheva, E. Szmidt, Generalized net model of wastewater treatment process in system „Biological reservoir – sedimentor”, *Issues in Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized nets*, Vol. 3, 2003, 11–16.
- [4] Nikolova, M., O. Roeva, T. Pencheva, Generalized net model of methanization process. *Proc. of 3rd Int. Workshop on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized nets*, Warszawa, 8–9 Sept. 2003.
- [5] Pencheva, T., O. Roeva, I. Bantes, J. Barroso, Generalized nets model for fixed-bed bioreactors, *Proc. of the 10th ISPE International Conf. on Concurrent Engineering – Advanced Design, Production and Management Systems*, Madeira, Portugal, July 26–23, 2003, 1025–1028.
- [6] Shannon, A., O. Roeva, T. Pencheva, K. Atanassov, *Generalized Nets Modelling of Biotechnological Processes*, “Prof. Marin Drinov” Academic Publishing House, Sofia, 2004.