

3. Макаров, И.М. Искусственный интеллект/ И.М. Макаров, В. М. Лохин, С. В. Манько, Р.П. Романов. – М.: НАУКА, 2006. – 336 с.

УДК 658.562:628.35

Шатохіна Ю.В., канд. техн. наук, доцент

Чернігівський національний технологічний університет, juliaaabest@gmail.com

Клінцов Л.М., канд. техн. наук, доцент

Чернігівський інститут інформації, бізнесу і права, lnklintsov@ukr.net

Ковалев А. В., начальник лабораторії

КП "Славутич водоканал", м.Славутич, alexej kovalov@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ КОНЦЕНТРАЦІЇ СПАР ВІД КОНЦЕНТРАЦІЇ ФОСФАТІВ У СТІЧНИХ ТА ОЧИЩЕНИХ ВОДАХ

Існуюче недостатнє очищення стічних вод на діючих комплексах викликає необхідність вдосконалення контролю за цим процесом [1]. Значна кількість поверхнево-активних речовин (ПАР) в стічних водах може призводити не тільки до забруднення поверхневих водойм, а й до проникнення ПАР в джерела питної води, що безпосередньо впливатиме на здоров'я людини. На каналізаційних очисних спорудах (КОС) ведеться постійний моніторинг концентрацій як синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) так і інших забрудників, у тому числі фосфатів.

Метою даної роботи є розробка експрес методу визначення концентрації СПАР у стічних та очищених водах міста Славутич, що дозволить прискорити час на отримання результатів і суттєво зменшити кількість аналізів. З цією метою нами були зібрані дані за рік по концентраціях фосфатів і СПАР у стічних і очищених водах. Результати аналізів бралися через кожні сім днів, тобто 52 аналізи у стічній воді і відповідно 52 аналізи у очищеній воді. Результати оцінки сили зв'язку між фосфатами та СПАР можна побачити на графіках, приведених на рис. 1 і рис. 2

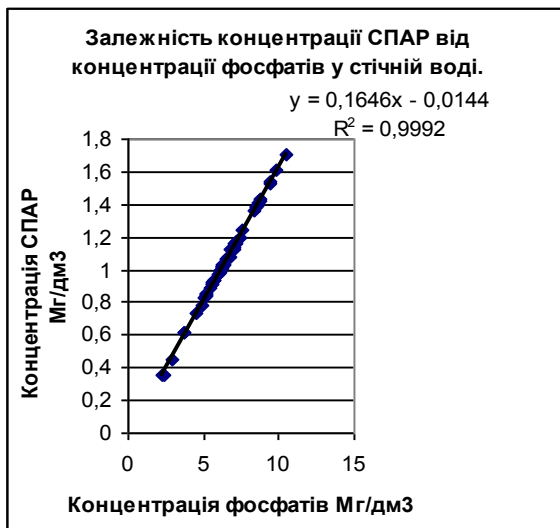


Рис. 1 – Залежність для стічної води

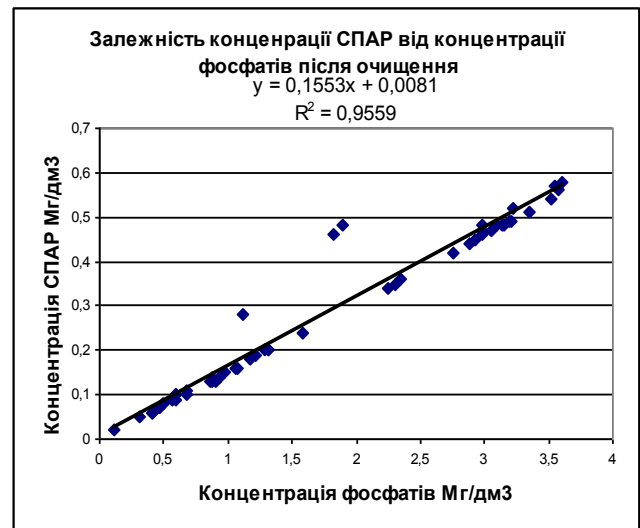


Рис. 2 – Залежність для очищеної води

Рівняння регресії, приведені на графіках, отримані методом найменших квадратів за допомогою Microsoft Excel. Як видно з графіків між концентрацією фосфатів і концентрацією СПАР існує сильна кореляційна залежність, на що вказують великі коефіцієнти детермінації R^2 . Якщо залежність для стічної води можна використовувати для визначення концентрації СПАР то залежність для очищеної води треба звільнити від

викидів. Вилучення викидів проведемо робастним способом [2], що базується на міжквартильній відстані - наприклад, все, що не потрапляє в діапазон,

$$[(X_{25}-1,5 * (X_{75}-X_{25})), (x_{75} + 1,5 * (X_{75}-X_{25}))] \quad (1)$$

вважається викидами, де X_{25} , X_{75} квартилі розподілу залишків між фактичними та розрахованими значеннями залежності вихідної концентрації СПАР від вихідної концентрації фосфатів. За допомогою функцій Microsoft Excel знаходимо медіану залишків $Me = -0,00216$ і квартилі $X_{0,25} = -0,00421$, $X_{0,75} = 0,003782$. За допомогою рівняння 1 знаходимо діапазон, за межами якого знаходяться викиди ($min = -0,01695$, $max = 0,01695$), знаходимо крапки за межами діапазону і вилучивши їх будемо новий графік.



Рис. 3 – Графік після застосування квартилів

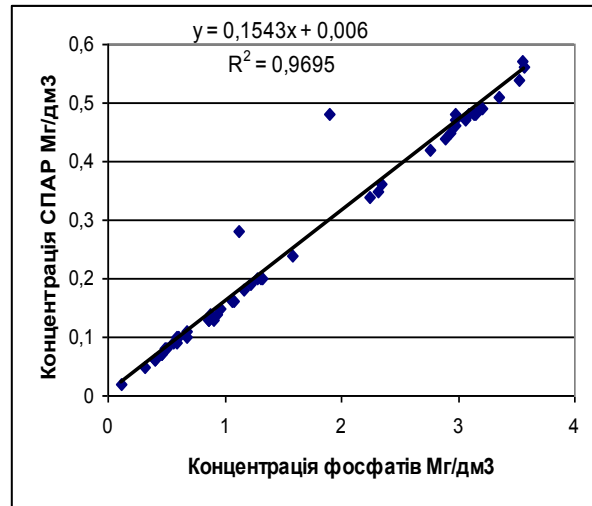


Рис. 4 – Графік для очищеної води

Після застосування рівняння 1 для побудови нового графіку виявляється на Рис. 3 присутність крапок, які можна також віднести до викидів. За допомогою довірчого інтервалу проведено перевірку, чи не є ці крапки викидом.

При обробці результатів експерименту використовувалось «правило 3σ», яке засноване на властивості нормального розподілу [2]. З урахуванням проведеного вище аналізу, можна встановити наявність промаху в результаті окремого виміру, а отже, відкинути його, якщо результат вимірювання більш ніж на 3σ відрізняється від середнього значення випадкової величини. У нашому випадку $[\bar{x} - 3\sigma; \bar{x} + 3\sigma]$ середнє значення відхилення фактичного значення від розрахованого $\bar{x} = 4,7825E - 16$, $\sigma = 0,242785$, $\bar{x} - 3\sigma = -0,72836$, $\bar{x} + 3\sigma = 0,72835599$. Після усунення викидів отримуємо графік рис. 4. Рівняння $Y = 0,1552 * X - 0,0013$ та рівняння $Y = 1,6146 * X - 0,0144$, де Y – концентрація СПАР, а X – концентрація фосфатів були використані при створенні комп'ютерної програми на мові С#, на яку отримано свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №73964 від 26.09.2017 Шатохіна Ю.В., Клінцов Л.М. "Комп'ютерна програма "Програма експрес визначення концентрації СПАР з концентрації фосфатів " ("SPAREXPRES"). В інтерфейс програми вносяться концентрації фосфатів і вона обчислює концентрації СПАР відповідно у стічній і очищеній воді.

Список посилань

1. Shatokhina J. Operational control over the process of wastewater treatment.- «Modern methods, innovations and experience of practical application in the field of technical sciences» : Conference proceedings, December 27-28, 2017. Radom, Radom Academy of Economics, Republic of Poland : Izdevnieciba «Baltija Publishing». 228 pages.– P.223-226.
2. Современное прогнозирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://forecasting.svetunkov.ru/forecasting_toolbox/data-analysis-stat/