

Проскурнін Олег Аскольдович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»,

Коробкова Ганна Володимирівна, кандидат географічних наук, в. о. завідувача кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Луганський національний аграрний університет,

Захарченко Микола Іванович, кандидат хімічних наук, доцент, Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут» ім. Н. Е. Жуковського,

Комариста Богдана Миколаївна, кандидат технічних наук, старший викладач, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ОПТИМІЗАЦІЙНОГО ПІДХОДУ ДО ВСТАНОВЛЕННЯ НОРМАТИВІВ НА СКИД ЗВОРОТНИХ ВОД

Одним з основних напрямків природоохорони в економічно розвинутих країнах є нормування природокористування. Так, для підприємств-водокористувачів розробляються і затверджуються нормативи водовідведення – гранично допустимі скиди (ГДС) забруднюючих речовин зі зворотними водами (ЗВ). Метою встановлення даних нормативів є недопущення вмісту забруднюючих речовин у воді водного об'єкта (ВО) вище встановленого допустимого рівня.

У європейському підході до нормування скиду ЗВ важливим моментом є прив'язка до існуючих технологій очищення. В Україні в найближчій перспективі недоцільно повністю переходити на такий спосіб розрахунку ГДС. Це викликано як економічними причинами, так і тим, що розміри території країни перевершують територію більшості європейських країн. Остання обставина вимагає розробки методичної основи розрахунку ГДС з обліком як європейського досвіду, так і економічних і географічних особливостей України. При цьому облік індивідуальних особливостей країни в галузі управління екологічною безпекою цілком погоджується з загальноєвропейським законодавством, зокрема Водною рамковою директивою 2000/60ЄС.

В Україні нормування скиду ЗВ здійснюється за басейновим принципом, що припускає одночасний розрахунок допустимого складу ЗВ для ділянки басейну ріки. Оптимізаційний підхід, де критерієм оптимальності є мінімум загальних витрат на водоочищення, і який був розроблений ще в СРСР (і який на сьогоднішній день діє в РФ), в існуючому виді важко реалізується через неврахування ринкових відносин між водокористувачами. Крім того, існуюча методична база не забезпечує рівномірне антропогенне завантаження на ВО з боку водокористувачів на крупних ділянках річкової системи.

Аналіз закордонного досвіду показав, що в європейських країнах і США нормування скиду ЗВ розробляється на основі існуючих технологій очищення. При цьому, відповідно до Директиви ЄС, європейське водоохоронне законодавство рекомендує країнам враховувати специфіку держави при розробці національних правових норм в галузі управління екологічною безпекою. В умовах сучасній Україні не доцільно здійснювати нормування скиду ЗВ, виходячи з параметрів технологій очищення. По-перше, через складне економічне становище, по-друге, через значний, у порівнянні з більшістю європейських країн, розмір території країни.

Бачиться доцільним поділяти басейн великої річки на локальні ділянки, і в межах кожної ділянки використовувати оптимізаційний підхід до встановлення нормативів ГДС. Функція мети в такому випадку може бути наведена в наступному вигляді:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{r=1}^{R_i} \left(f_e(\{x_{irj}\}, \{q_{ir}\}) + \frac{f_{kan}(\{x_{irj}\}, \{q_{ir}\})}{31536 \cdot T_{ir}} \right) \rightarrow \min, \quad (1)$$

де f_e, f_{kan} – відповідно експлуатаційні (грн/м³) та капітальні (тис. грн) витрати на очищення;

i, j, r – відповідно індекси випуску ЗВ, забруднюючої речовини та технологічного маршруту очищення;

R_i – кількість можливих технологічних маршрутів для i -го випуску;

x, q – відповідно концентрації забруднюючих речовин та витрати зворотних вод (тобто оптимізаційні змінні);

T_r – термін експлуатації очисних споруд на відповідному маршруті, років.

Обмеження оптимізаційної задачі наступні:

$$\begin{cases} C_{KC,kj} \leq ГДК_j, j = 1 \div n, k = 1 \div K; \\ x_{ij} \leq C_{ij}^{факт}, j = 1 \div n, i = 1 \div m; \\ x_{ij} \geq ГДК_j, j = 1 \div n, i = 1 \div m; \\ \sum_{r=1}^{R_i} q_{ir} = q_i, i = 1 \div m; \end{cases} \quad (2)$$

де k, K – відповідно індекс та кількість КС;

$C^{факт}, C_{KC}$ – відповідно фактична концентрація речовини у випуску та розрахункова концентрація у КС, мг/дм³.

При цьому за ГДК треба брати законодавчо встановлений норматив, якщо розрахунок проводиться для нижньої ділянки. Для інших ділянок треба розраховувати регіональні нормативи за методом, що описаний в роботі [1]. Це забезпечить рівномірне антропогенне навантаження на річкову систему.

Як видно з (2), обмеження оптимізаційної задачі лінійні. Тому якщо функції f_e, f_{kan} теж лінійні, то оптимізаційна задача є задачею лінійного програмування. В такому випадку задача може бути розв'язана симплекс-методом, який реалізований в системі Excel. В протилежному випадку задачу треба розв'язувати за допомогою методів нелінійного програмування, наприклад, за методом «важкого шарика».

Література

1. Проскурнин О. А., Кирпичева И. В., Смирнова С. А. Методика установления региональных нормативов качества поверхностных вод при нормировании антропогенной нагрузки // Вост.-Европ. журн. перед. технологий. 2016. № 4 (10). С. 24–30.