**УДК 504.064.2:519.711.2**

***Маджд С.М., Кулинич Я.І.***

***Національний авіаційний університет***

***E.mails :*** [***madzhd@i.ua***](mailto:madzhd@i.ua)***,*** [***yanakulynych45@gmail.com***](mailto:yanakulynych45@gmail.com2)

**ДИНАМІКА ЗМІН ЗНАХОДЖЕННЯ РЕЧОВИН ТА ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОГЕННОГО ПОХОДЖЕННЯ У ВОДАХ Р.ІРПІНЬ**

Актуальність даної роботи пов’язана з необхідністю покращення екологічного стану середніх річок України, розвиток та функціонування яких характеризується кількісним та якісним виснаженням. Завдяки цим змінам такі водні об’єкти можуть потенційно представляти загрозу їх використання в рибогосподарських та рекреаційних цілей. Для цього необхідно прослідкувати динаміку змін знаходження речовин та елементів антропогенного походження у гідроекосистемах (ГЕ).

Для вирішення даної задачі нами було обрано ділянку р.Ірпінь (права притока р.Дніпро) в межах Київської області. Водозбірний басейн р. Ірпінь не являється джерела централізованого водопостачання, проте активно використовується для господарських та рекреаційних цілей. Техногенний вплив на р.Ірпінь безпосередньо призводить до погіршення стану води р.Дніпро, що має вже більш масштабний характер.

Метою даного дослідженя було з’ясувати основні екологічні принципи оцінки шкідливих характеристик забруднюючих речовин.

На досліджуваній ділянці р.Ірпінь розміщено 3 державних гідроствори: с.Мостище, смт.Гостоміль, с.Козаровичі. Маючи гідрохімічні показники складу вод річки для розрахунків ми використовували метод комплексної оцінки якості природних вод [1].

Суть даного методу полягає у визначенні індексу забруднення води (ІЗВ), як єдиного державного нормативного критерія стосовно встановлення класу якості води. Даний стандарт передбачає визначення класу якості води за такими складовими водного середовища: показниками сольового складу, показниками трофо-сапробіологічного складу, показниками специфічних токсичних інгредієнтів [1]. Оцінювання якісного стану вод за методом встановлення ІЗВ дає змогу здійснити класифікацію рівня забрудненості за загальними екологічними підходами (без врахування функціональних змін), виконати порівняння якості води різних водних об’єктів та виявити тенденції змін води у часі.

Використовуючи метод комплексної оцінки, при визначенні якості вод р.Ірпінь, ми отримали наступні результати:

* в гідростворі с. Мостище переважаючий клас якості вод IV, вода забрунена, ІЗВ коливається в межах від 1,7 до 2,7, лише в 2006 та 2015 роках клас якості ІІІ, вода помірно забруднена;
* в гідростворі смт. Гостоміль клас якості води IV, вода забруднена, ІЗВ в межах від 2,4 до 4,3;
* в гідростворі с. Козаровичі клас якості IV, вода забруднена, ІЗВ становить від 2,5 до 3,3 протягом усіх десяти досліджуваних років.

Аналіз гідрохімічного складу води р.Ірпінь, свідчить, що наявність лімітуючих факторів впливу на якість води (нафтопродукти, феноли, іони важких металів) призводить до порушення процесів самоочищення, що позначається на рівні забрудненості води. Як видно з даних, наведених вище, води характеризуються переважно IV класом якості – забруненні.

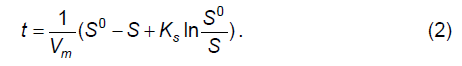
Для опису зміни вмісту забруднюючої речовини (субстрату) у водному середовищі формально приймається відома модель їх біологічної деградації (трансформації) взята з ферментативної кінетика [2]:

 (1)

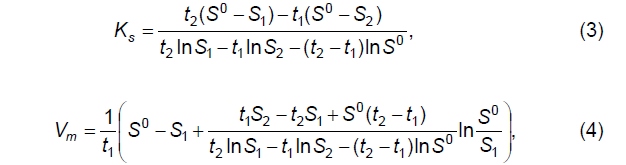
де (*dS/dt*) – швидкість ферментативної реакції, дуже важлива величина, яка є мірою активності ферменту; *S* – концентрація субстрату (в його якості виступає ХСК, феноли, нафтопродукти, найпростіші азотні сполуки); *Vm* – максимальна швидкість процесу, яка досягається при необмеженій кількості субстрату; *К* – константа “Міхаеліса-Ментен”.

У працях Л. Міхаеліса та М. Ментена було закладено основи ферментативної кінетики, вони знайшли закономірності впливу різних факторів на швидкість біологічного каталізу.

Для прогнозу поведінки забруднення водного середовища була введена розрахункова формула шляхом розв’язання рівняння (1) при початковій умові t=0,S=S0. S0 є концентрацією субстрату в початковій ділянці спостережень, це гідроствор в с.Мостище. Шукана залежність між S і t виглядає таким чином:



У формулі (2) містяться два невідомі коефіцієнти Ks,Vm для визначення яких необхідно, два достовірних значення концентрації субстрату S в різні моменти часу. В нашому випаду такими будуть S1 – концентрація субстрату в гідростворі смт. Гостоміль, S2 – концентрація субстрату в гідростворі с. Козаровичі, які виміряні у моменти t1, t2. Тоді шукані коефіцієнти виражаємо за наступними формулами:



Відомі з численних спостережень значення концентрації S на один і той самий момент часу в трьох різних гідростворах р.Ірпінь доцільно інтерпретувати як результат деградації відповідного субстрату в реакторі на три відмінні моменту, а саме, 0, t1 і t2 . Знаючи швидкість течії річки і відстань між гідростворами ми вирахували час перебування субстрату у водному середовищі під час його руху від одного до наступного гідроствора (табл. 1).

Таблиця 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Субстрат | Коефі-  цієнт | Досліджувані роки | | | | |
| 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
| ХСК | Ks | 62,3483 | -25,039 | 25,2780 | 7,23930 | 137,879 |
| Vm | -34,9503 | 2,996 | -13,8826 | -4,68997 | -64,709 |
| Нафтопро-дукти | Ks | -0,0184 | -0,027 | 0,0049 | -0,00971 | -0,009 |
| Vm | -0,0007 | 0,000 | 0,0025 | 0,00016 | -0,003 |
| Азот нітритний | Ks | -0,1595 | -0,267 | -0,0506 | -0,07341 | -0,258 |
| Vm | 0,0202 | -0,013 | -0,0004 | -0,00053 | 0,036 |
| Азот нітратн | Ks | 1,2527 | -1,367 | 3,2044 | -1,52492 | -2,876 |
| Vm | -1,0622 | -0,017 | -1,3931 | 0,11332 | 0,385 |
| Азот амонійн | Ks | -0,0892 | -1,525 | -0,6738 | -0,54706 | -0,771 |
| Vm | -0,3073 | 0,074 | 0,0013 | -0,00004 | -0,013 |
| Феноли | Ks | -0,0002 | 0,000 | -0,0003 | -0,00028 | 0,003 |
| Vm | 0 | 0 | -0,0001 | 0,00028 | 0,001 |
| Субстрат | Коефі-  цієнт | Досліджувані роки | | | | |
| 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| ХСК | Ks | 65,99713 | -16,5684 | -173,689 | -13,5356 | 19,07789 |
| Vm | -25,3454 | 0,563498 | 17,981 | 0,403467 | -7,92375 |
| Нафтопро-дукти | Ks | -0,00918 | -0,04122 | -0,03926 | -0,03512 | -0,02501 |
| Vm | -0,00312 | -0,00034 | -0,00033 | -0,00029 | -0,00027 |
| Азот нітритний | Ks | -0,07294 | -0,21507 | -0,25119 | -0,27103 | -0,13683 |
| Vm | 0,000584 | 0,0145 | 0,022401 | 0,022322 | 0,002444 |
| Азот нітратн | Ks | -1,71916 | -2,29226 | -0,59094 | -1,44026 | -2,23614 |
| Vm | 0,058916 | 0,272348 | -0,26731 | -0,04791 | 0,224164 |
| Азот амонійн | Ks | 0,632366 | -1,05803 | -1,23052 | -0,5643 | -0,68722 |
| Vm | -0,1148 | 0,005666 | -0,0242 | -0,00032 | -0,00025 |
| Феноли | Ks | 0,000151 | -0,00016 | -0,00099 | -0,00099 | -0,00307 |
| Vm | 0,000282 | 0,000118 | 0 | 0 | -9,6E-05 |

Обчислення коефіцієнтів, які необхідно розрахувати проводилися за формулами (3), (4), що забезпечило проходження кожною кривою *S*(*t*) через три базові для неї експериментальні точки (*S*0, 0), (S1,*t*1), (*S*2,*t*2). Отримані таким чином дані зведені до табл. 1.

З рівняння Мехаеліса-Ментена випливає що при високій *S* субстрату і низькій *К*s швидкість реакції являється максимальною, а при низькій *S* субстрату швидкість реакції називається пропорційною концентрації субстрату в кожний даний момент часу.

Переважаючі в табл. 1 від’ємні значення коефіцієнта *К* свідчать про нетрадиційний для мікробіологічної трансформації (деструкції) забруднюючих сполук характер залежності швидкості процесу *dS/dt* від концентрації *S*. Внаслідок *К*<0 в інтервалі значень *S* від *К* до ∞ як завжди *dS*/*dt* → *Vm* при *S* → 0. Однак, при будь-яких кінцевих значеннях *S* в даних випадка *dS/dt > Vm*, а при *S* → *К* взагалі *dS*/*dt* → ∞. Таким чином *Vm* тепер набуває значення мінімально можливої швидкості.

**Висновок**

Здійснено екологічний моніторинг стану водних систем річки Ірпінь за 10-ти річний період (2006-2015). Отримані результати проаналізовано, систематизовано та сформовано банк даних для подальшого виконання дослідницьких робіт.

Вперше використані формули ферментативної кінетики, для опису самовідновних процесів водної системи річки Ірпінь.

Вивчено динаміку змін індивідуальних та сумарних показників які впливають на самовідновні процеси в екосистемах та є передумовами їх трансформаії. Наприклад, середнє значення ІЗВ в с.Мостище було 2,4, а вже в кінцевій точці спостережень с.Козаровичі становило 2,9, тобто спостерігається негативна динаміка змін екологічного стану водноїсистеми.

**ЛІТЕРАТУРА**

1.Осадчий В.І. Гідрохімічний довідник. Поверхневі води. Методи аналізу/ В.І.Осадчий, Б.Й. Набиванець, Н.М.Осадча, Ю.Б. Набиванець. – К.: Ніка-центр,2008. –656с.

*2.* Горев Л.Н., Коваленко П.И., Лаврик В.И. Гидроэкологические

модели: Кн. 1. Процессы и прогнозирование / НАН Украины. Ин-т гидробиологии, Киев. ун-т им. Т. Шевченка - К.: Аграр. наука, 1999. -439 с.