**Практична робота № 5**

**Тема: «Аналіз ефективності біологічного очищення стічних вод на основі розрахункових даних»**

**Мета роботи**: Вивчити ефективність біологічного очищення стічних вод шляхом аналізу та розрахунків на основі заданих показників забрудненості води та результатів її очищення. Провести оцінку ефективності різних методів біологічного очищення, таких як аеротенки, біоплато, біофільтри та анаеробні реактори.

**Теоретична частина**:

1. Огляд основних методів біологічного очищення стічних вод (біоплівка, активний мул, анаеробні реактори).
2. Опис механізмів біохімічного споживання кисню (БСК), показників хімічного споживання кисню (ХСК) та інших індикаторів забруднення стічних вод.
3. Розгляд факторів, що впливають на ефективність очищення (рівень кисню, концентрація органічних речовин, температура, мікроорганізми).

**Завдання**:

1. **Аналіз вхідних і вихідних даних очищення води**: Вам надані дані про концентрації забруднювачів до та після біологічного очищення, включаючи:
	* Біохімічне споживання кисню (БСК) до очищення та після (мг/л).
	* Хімічне споживання кисню (ХСК) до очищення та після (мг/л).
	* Концентрації амонію, нітратів та фосфатів (мг/л).
	* Загальна кількість завислих речовин у воді (мг/л).

**Таблиця вихідних даних:**

| **Показник** | **До очищення (мг/л)** | **Після очищення (мг/л)** |
| --- | --- | --- |
| БСК | 200 | 20 |
| ХСК | 400 | 40 |
| Амоній (NH4+) | 30 | 5 |
| Нітрати (NO3-) | 50 | 10 |
| Фосфати (PO4^3-) | 10 | 2 |
| Завислі речовини | 150 | 15 |

1. **Розрахунок ефективності очищення**:
	* Розрахуйте ефективність біологічного очищення за формулою:



1. **Оцінка динаміки зменшення забруднювачів**:
	* Побудуйте графіки динаміки зменшення концентрації забруднювачів (БСК, ХСК, амоній, нітрати, фосфати) до і після очищення.
	* На основі графіків проаналізуйте, які з методів біологічного очищення були найефективнішими.
2. **Порівняння різних методів очищення**:
	* Використовуючи задані дані та результати ваших розрахунків, порівняйте ефективність різних методів біологічного очищення (наприклад, аеротенк, анаеробний реактор та біоплато).
	* Проаналізуйте, за яких умов кожен метод демонструє найкращі результати.
3. **Висновки**:
	* На основі проведених розрахунків та аналізу даних, зробіть висновки щодо загальної ефективності біологічного очищення стічних вод.
	* Вкажіть, які фактори вплинули на ефективність кожного методу (температура, рівень кисню, тип забруднень).
	* Запропонуйте можливі вдосконалення процесу очищення.

### **ВАРІАНТИ ВИХІДНИХ ДАНИХ**

*Прорахуйте кожен варіант та порівняйте ефективність різних варіацій методів очистки за різних умов.*

### **Таблиця 1: Очищення стічних вод методом аеротенку (Варіант 1)**

**Умови:**

* Температура: 25°C
* Концентрація кисню: 6 мг/л
* Час контакту: 12 годин

| **Показник** | **До очищення (мг/л)** | **Після очищення (мг/л)** | **Ефективність очищення (%)** |
| --- | --- | --- | --- |
| БСК | 300 | 50 |  |
| ХСК | 450 | 90 |  |
| Амоній (NH4+) | 40 | 10 |  |
| Нітрати (NO3-) | 60 | 15 |  |
| Фосфати (PO4^3-) | 12 | 3 |  |
| Завислі речовини | 180 | 20 |  |

**Таблиця 2: Очищення стічних вод методом аеротенку (Варіант 2)**

**Умови:**

* Температура: 20°C
* Концентрація кисню: 8 мг/л
* Час контакту: 16 годин

| **Показник** | **До очищення (мг/л)** | **Після очищення (мг/л)** | **Ефективність очищення (%)** |
| --- | --- | --- | --- |
| БСК | 280 | 40 |  |
| ХСК | 430 | 70 |  |
| Амоній (NH4+) | 35 | 8 |  |
| Нітрати (NO3-) | 55 | 12 |  |
| Фосфати (PO4^3-) | 10 | 2 |  |
| Завислі речовини | 160 | 18 |  |

**Таблиця 3: Очищення стічних вод методом біоплато (Варіант 1)**

**Умови:**

* Температура: 30°C
* Рівень рослинності: 50%
* Час контакту: 24 години

| **Показник** | **До очищення (мг/л)** | **Після очищення (мг/л)** | **Ефективність очищення (%)** |
| --- | --- | --- | --- |
| БСК | 250 | 60 |  |
| ХСК | 400 | 100 |  |
| Амоній (NH4+) | 30 | 6 |  |
| Нітрати (NO3-) | 45 | 10 |  |
| Фосфати (PO4^3-) | 15 | 5 |  |
| Завислі речовини | 140 | 25 |  |

**Таблиця 4: Очищення стічних вод методом біоплато (Варіант 2)**

**Умови:**

* Температура: 20°C
* Рівень рослинності: 70%
* Час контакту: 48 годин

| **Показник** | **До очищення (мг/л)** | **Після очищення (мг/л)** | **Ефективність очищення (%)** |
| --- | --- | --- | --- |
| БСК | 270 | 55 |  |
| ХСК | 420 | 85 |  |
| Амоній (NH4+) | 35 | 7 |  |
| Нітрати (NO3-) | 50 | 12 |  |
| Фосфати (PO4^3-) | 18 | 4 |  |
| Завислі речовини | 160 | 22 |  |

**Таблиця 5: Очищення стічних вод методом анаеробного реактора (Варіант 1)**

**Умови:**

* Температура: 35°C
* Низький рівень кисню
* Час контакту: 72 години

| **Показник** | **До очищення (мг/л)** | **Після очищення (мг/л)** | **Ефективність очищення (%)** |
| --- | --- | --- | --- |
| БСК | 320 | 80 |  |
| ХСК | 480 | 120 |  |
| Амоній (NH4+) | 50 | 12 |  |
| Нітрати (NO3-) | 40 | 18 |  |
| Фосфати (PO4^3-) | 20 | 6 |  |
| Завислі речовини | 180 | 40 |  |

**Таблиця 6: Очищення стічних вод методом анаеробного реактора (Варіант 2)**

**Умови:**

* Температура: 30°C
* Відсутність кисню
* Час контакту: 48 годин

| **Показник** | **До очищення (мг/л)** | **Після очищення (мг/л)** | **Ефективність очищення (%)** |
| --- | --- | --- | --- |
| БСК | 310 | 85 |  |
| ХСК | 460 | 110 |  |
| Амоній (NH4+) | 45 | 10 |  |
| Нітрати (NO3-) | 35 | 15 |  |
| Фосфати (PO4^3-) | 22 | 8 |  |
| Завислі речовини | 170 | 35 |  |

### **ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ**

### ***Оберіть один із варіантів очищення води та дайте відповіді на запитання.***

### **Варіант 1: Загальні принципи біологічного очищення води**

1. Що таке біологічне очищення води і які основні гідробіонти беруть участь у цьому процесі?
2. Які методи біологічного очищення стічних вод найчастіше використовуються в Україні?
3. Як пов'язані природні процеси самоочищення води та штучне біологічне очищення?
4. Які основні переваги біологічного очищення води перед іншими методами очищення?
5. Чому методи біологічного очищення вважаються екологічно безпечними?
6. Як зміни в температурі води впливають на ефективність біологічного очищення?
7. Які показники забруднення води найчастіше використовуються для оцінки ефективності очищення?
8. Яку роль у процесі біологічного очищення відіграє біоплівка?
9. Як впливає концентрація кисню на ефективність роботи аеробних мікроорганізмів у процесі очищення води?
10. Які забруднювачі води найкраще видаляються біологічними методами?

### **Варіант 2: Біоплато та природні методи очищення**

1. Яким чином працює біоплато і яку роль відіграють макрофіти у цьому процесі?
2. Які переваги біоплато перед іншими біологічними методами очищення?
3. Як стимулюється природний процес самоочищення у біологічних ставках?
4. Чому висадка водної рослинності є важливим етапом при створенні біоплато?
5. Які основні фактори впливають на ефективність біоплато?
6. Як змінюється ефективність біоплато залежно від площі покриття водними рослинами?
7. Які переваги мають біологічні ставки у порівнянні з механічними системами очищення води?
8. Як впливає рівень рослинності в біоплато на процес окислення органічних речовин?
9. Які недоліки біоплато як системи очищення стічних вод?
10. Чому вітрове переміщення може негативно впливати на ефективність роботи біоплато?

### **Варіант 3: Методи штучного біологічного очищення (аеротенки, біофільтри)**

1. Які основні принципи роботи аеротенку?
2. Як взаємодіють активний мул та стічні води в аеротенку?
3. Що таке біофільтр і як він працює?
4. Які мікроорганізми відіграють головну роль у процесі очищення стічних вод у біофільтрах?
5. Які відмінності між аеробними та анаеробними процесами очищення стічних вод?
6. Як підтримується концентрація кисню в аеротенках для ефективної роботи мікроорганізмів?
7. Що таке процес рециркуляції води в біофільтрах і для чого він використовується?
8. Які фактори можуть впливати на процес осідання активного мулу у відстійниках?
9. Як залпові скиди забруднювачів можуть вплинути на функціонування аеротенків?
10. Які переваги має біофільтр перед аеротенком у очищенні води?

### **Варіант 4: Анаеробні методи очищення**

1. Яка основна відмінність між аеробними та анаеробними методами очищення води?
2. Як працює анаеробний реактор і які процеси в ньому відбуваються?
3. Що таке метантенк і для яких цілей він використовується в процесі очищення стічних вод?
4. Які гази утворюються під час анаеробного процесу очищення води і як їх можна використовувати?
5. Чому анаеробні процеси можуть бути менш стабільними, ніж аеробні?
6. Як впливає температура на процеси анаеробного очищення стічних вод?
7. Які особливості мають анаеробні процеси очищення при роботі з високо забрудненими водами (наприклад, від харчових виробництв)?
8. Що таке гранульований анаеробний мул і як він формується?
9. Які переваги використання анаеробного процесу очищення стічних вод?
10. Чому анаеробне очищення не завжди може повністю очистити стічні води?

### **Варіант 5: Специфічні мікроорганізми та їх роль в очищенні води**

1. Яку роль відіграють спеціально селекціоновані мікроорганізми у процесі очищення води?
2. Яким чином мікроорганізми-деструктори використовуються для видалення специфічних забруднень, таких як феноли?
3. Що таке нітрифікація і як вона впливає на очищення води?
4. Які мікроорганізми відповідальні за процес денітрифікації у воді?
5. Як мікроорганізми можуть сприяти очищенню води від важких металів?
6. Які фактори впливають на процес адгезії мікроорганізмів на субстратах для очищення води?
7. Які переваги має процес іммобілізації мікроорганізмів для очищення води?
8. Чому деякі штами бактерій можуть бути більш стійкими до токсичних забруднень, ніж інші?
9. Які можливості для застосування специфічних мікроорганізмів в очищенні води від синтетичних речовин?
10. Як сучасні біотехнології можуть покращити використання мікроорганізмів для очищення стічних вод?