**ТЕМА 9. БІОІНДИКАЦІЯ ЗАБРУДНЕННЯ**

**АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ**

**Мета:** систематизувати знання щодо методів біоіндикації забруднення атмосферного повітря.

**План**

1.Біоіндикація забруднення атмосфери [за допомогою](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE-%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83) рослин.

2.Газостійкість і газочутливість рослин.

3.Оцінка реакції рослин на забруднення атмосфери.

4.Добір і підготовка біологічних об’єктів для біоіндикації атмосферного повітря.

**🖉Основні поняття:** гостре та хронічне ушкодження рослин, газостійкість, газочутливість рослин, ушкодження листя, проби рослин.

**1.Біоіндикація забруднення атмосфери** [**за допомогою**](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE-%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83) **рослин**

Оскільки рослинизагалом [мають](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C-%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8) порівня[но](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%89%D0%BE%D0%B4%D0%BE-%D0%BF%D1%80%D0%BE-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BD%D0%BE) високу чутливість до дії деяких забруднюючих речовин, [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) можна використовувати в якості індикаторів для виявлення забруднення і визначення його рівня, а також [під час](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) здійснення моніторингу стану забруднення атмосфери. Якщо рослини [здатні](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B9) накопичувати забруднюючі речовини без зміни [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) хімічного складу [завдяки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B0-%D0%BA%D0%BE%D1%88%D1%82-%D0%B7%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D1%8F%D0%BA%D0%B8-%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%BE%D0%BA) метаболічним процесам і якщо акумульовані речовини можуть бути легко ідентифіковані в зразках рослини, то такі [види](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) рослин можна використовуват[и як накопичувачі](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BC-%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BC) забруднення. Якщо акумуляція речовин [рослинами може р](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)озглядатис[я як прояв](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BC-%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BC) впливу забруднення, то використання рослин є надзвичайно зручним для визначення рівня та складу забруднення та моніторингу ефектів впливу забруднюючих речовин.

Для такого моніторингу надзвичайно важливо дотримуватися [таких](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D1%83-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%BA%D1%83) умов:

1. Вплив [має](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BC%D1%83%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B8-%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD) призводити до помітної реакції рослини на забруднення повітря.

2. Ефекти впливу [мають](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BC%D1%83%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B8-%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD) добре відтворюватися [під час](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) використання рослин генетично подібних популяцій, що гарантує репрезентативність результатів.

3. Ефекти впливу [мають](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BC%D1%83%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B8-%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD) характеризуватися специфічними симптомами, властивими впливу індивідуальних забруднюючих речовин.

4. Рослини [мають](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BC%D1%83%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B8-%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD) бути дуже [чутливими навіть](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D1%96%D0%B2) до надзвичайно низьких концентрацій забруднюючих повітря речовин.

5. Рослини [мають](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BC%D1%83%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B8-%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD) добре рости й бути стійкими до захворювань, впливу комах.

У теперішній час відомо декілька видів (типів) ефектів впливу забруднення повітря на рослини, котрі можна умовно розділити на ефекти гострої дії високих концентрацій за короткий проміжок часу і хронічної дії низьких концентрацій цих речовин за тривалий період.

Прикладами ефектів гострого впливу є чітко помітний хлороз або некроз тканин листя, опадання листя, плодів, пелюсток квіток, скручування листків, викривлення [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) стебел.

До ефектів хронічної дії [належить](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F-%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B6%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F) уповільнення або зупинка нормального росту й розвитку рослин (що [зумовлюють,](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D1%83%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8-%D0%B7%D1%83%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BE) зокрема, зменшення об’єму біомаси, зниження врожаю сільськогосподарських культур); хлороз і некроз верхівок листя; повільне в’янення рослини або її органів.

Іноді прояви хронічної або гострої дії можуть бути специфічними для [певних](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%B5%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D0%BE%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9) забруднюючих речовин або [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) поєднання. Доволі багато різних видів рослин можна використовувати в якості індикаторів або накопичувачів забруднення повітря через [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) здатність до прояву ефектів впливу. Наприклад, для цих цілей можуть бути використані епіфітні [види](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) лишайників, мохи, папороті, вищі форми рослин, що мають судинну систему.

Для біологічного моніторингу ефектів забруднення повітря придатн[і як дикорослі,](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BC-%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BC) так і культурні [види](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) рослин. Проте різниця в складі ґрунтів, ґрунтових вод та інші [фактори](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA) [(включно з](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%BD%D0%BE-%D0%B7) кліматичними) можуть вплинути на ефекти впливу забруднення повітря, що спостерігаються в різних районах. Через це доцільно вибирати такі індикаторні або акумулючі [види](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) рослин, умови [зростання яких](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BC%D1%96%D0%B6-%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) найбільш близькі.

До теперішнього часу з цією мето[ю](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)[в](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)икористов[увалися в](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B0-%D1%81%D1%8C-%D0%BD%D0%B0-%D1%81%D1%8F)ищі рослини. Наприклад, у Нідерландах та Великобританії – культура тютюну Bel W3, у Німеччині – пересаджуванні [види](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) лишайників. Деякі [види](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) та культури дикорослих та культивованих рослин, чутливі до дії одного або декількох забруднюючих речовин, можуть ефективно використовуватися на мережі станцій моніторингу.

Рослинний покри[в як важлива](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BC-%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BC) [складова](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA) біосфери відображає її загальний стан і перебіг майже всіх процесів, що відбуваються на планеті. Життя на Землі було б неможливе без безперервного процесу фотосинтезу, що відбувається в зелених частинах рослин, які є основним стабілізатором вуглекисло-кисневого балансу повітряного басейну. Рослин[и як важливий](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BC-%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BC) компонент біогеоценозу помітно впливають на інші його елементи, сприяють формуванню ґрунтового покриву, впливають на хімізм ґрунту і його родючість, а також на життя всіх тварин і живих організмів, одночасно реагуючи на всі зовнішні [фактори.](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA)

Рослини чутливо реагують на зовнішні умови. За достатньо високих концентрацій забруднювачів у багатьох із них ушкоджується листя, а зі зростанням кількості забруднюючого [фактору](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA) [протягом](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B6) короткого проміжку часу можливе значне ураження рослини. Унаслідок некрозу (загибелі тканини) її колір змінюється від металево-сірого до коричневого, а в процесі старіння [вона може в](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)тратити колір або вигоріти.

Хронічне ушкодження рослин виникає і внаслідок дії невеликих концентрацій певних речовин [упродовж](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B6) тривалого часу. До ознак хронічного ушкодження належать бронзове зафарбування листя, хлороз (знебарвлення), їхнє передчасне старіння. Відомо, що живі організми й рослини [здатні](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B9) поглинати певні забруднюючі речовини в особливо великих кількостях, тобто в них процеси накопичення або концентрування відбуваються інтенсивніше, ніж у [навколишньому середовищ](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F)і.

Таблиця 6 – Біомоніторинг забруднення атмосфери [за допомогою](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE-%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83) рослин

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Компоненти забруднень | Біоіндикатори | Прояв реакції біоіндикаторів |
| Фторид водню (НF) | Шпажник (*Gladiolus gandavensis* cv., Snow Princess, Flowersong),Тюльпан (*Tulipa gesneriana cv.* Blue Parrot, Preludium),Ірис (*Iris germanica).* | Некрози верхівок і країв листків. |
| Петрушка курчава (*Petroselinum crispum* var.vulgare). | Накопичення фтору в сухій речовині. |
| Озон (О3) | Тютюн (*Nicotiana tabacum* cv. Bel W3),Шпинат (*Spinacia oleracea* cv. Subito, Dynamo). | Некротичні плями сріблястого кольору на [верхньому](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%88%D0%BD%D1%96%D0%B9) болі листка. |
| Соя (*Glycine max).* | Некроз [верхньої](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%88%D0%BD%D1%96%D0%B9) частини листя. |
| Пероксіацетил-нітрат (ПАН) | Кропива пекуча (*Urtica urens).* | Смугасті некрози на нижній стороні листя. |
| Мятлик однорічний (*Poa annua).* | Смугасті некрози листя. |
| Діоксид сірки (SO2) | Люцерна посівна (*Medicago sativa* cv. Du Purts),Гречка (*Fagopyrum esculentum),*Горох посівний (*Pisum sativum)*,Конюшина інкарнатна(*Trifolium incarnatum).* | Некрози і хлорози між жилками листків. |
| Діоксид азоту (NО2) | Шпинат посівний (*Spinacia oleracea* cv. Subito, Dynamo),Махорка (*Nicotiana rustica),*Сельдерей посівний (*Apium graveolens*). | Некрози між жилками листків. |
| Хлор (С12) | Шпинат посівний (*Spinacia oleracea),*Квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris*). | Збліднення листя. |
| Салат посівний (*Lactuca sativa*). | Деформація хлоропластів. |
| Етилен (С2Н4) | Петунія цільнолистова (*Petunia nuctaginiflora* cv. White Joy), | Відмирання квіткових бруньок, дрібні квітки |
| Салат посівний (*Lactuca sativa*),Томат (*Lycopersicon esculentum*). | Закручування країв листя, підвищення піроксідазної активності. |
| Радіонукліди стронцій-90, цезій-137 | Оленячий мох (*Cladonia rangiferina),*Ісландський мох (*Cetrari islandica*). | Накопичення в сухій речовині. |
| Фторид-іон, іони важких металів (Рb, Zn, Сd, Мn, Сu) | Райграс багатоквітковий (*Lolium multiflorum* cv. Optima),Гірчиця біла (*Sinapis alba*)Листова капуста (*Brassica oleracea* var.acephala),Кінський каштан (*Aesculus hippocastanum),*Мохи (*Sphagnum sp., Hypnum cupressiforme, Pohlia nutans, Pleurozium schreberi*). | Накопичення в сухій речовині.Зміна в співвідношенні Т- і В лімфоцитів, зменшення В-лімфоцитарної реакціїНакопичення в сухій речовині. |
| Суміш шкідливих речовин у повітрі (оксиди сірки, азоту…) | Листові и кущові лишайники (*Hypogymnia physodes, Pseudevernia furfuracea, Cetraria glauca),*Піхта біла (*Abies alba*),Ялина звичайна (*Picea abies*),Сосна звичайна (*Pinus sylvestris*). | Зменшення приросту клітин.Зниження вмісту хлорофілі[в а](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BC%D1%96%D0%B6-%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) і b, зменшення вмісту живих клітин водоростей.Зниження вмісту хлорофілі[в а](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BC%D1%96%D0%B6-%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) і b, зменшення віку хвоїнок і затримка росту. |

**2.Газостійкість і газочутливість рослин**

***Газостійкість*** *–* здатність зберігати властиві організму процеси життєдіяльності й насіннєвого відтворення в умовах забруднення газами і парами атмосферного повітря. Рівень газостійкості [виду](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) або особини оцінюється в розмірі [граничної концентрацій токсичної](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D1%96%D1%80%D1%82%D0%B5-%D1%83%D0%B7%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2) речовини, які не [спричиняють](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%96-%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D1%8F%D1%82%D0%B8) функціональних і структурних порушень в організмі в період найвищої фізіологічної активності й чутливості до діючих атмосферних домішок.

***Газочутливість*** – реакція організму на вплив забруднюючої речовини в певний період його розвитку. У біоіндикаційних дослідженнях необхідно враховувати систематичну [приналежність](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B6%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B6%D0%BD%D0%B8%D0%B9) видів і зміна ступеня [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) газостойкості.

Як біоіндікаційні ознаки можна використовувати різні специфічні й неспецифічні ознаки. Неспецифічна індикація аеротехногенного [забруднення може п](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)роводитися за [різними біохімічним](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D1%96%D1%80%D1%82%D0%B5-%D1%83%D0%B7%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2) і фізіологічним реакцій.

Основними ***індикаторними ознаками***, ***що відображають стресове навантаження***, є:

* зміна активності ферментів;
* руйнування пігментів у листках рослин під дією аеротехногенного забруднення: добре вивчено зниження кількості хлорофілу,насамперед, хлорофілу «а». Як індикатор використовується зміна співвідношення хлорофіл «а» / хлорофіл «b»;
* зміна кількості і співвідношення каротиноїдів: [під](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) впливом SО2 збільшується вміст лютеїну і зменшується кількість р-каротину;
* передчасне поява гормонів старіння – етилену й абсцизової кислоти;
* зміна мінерального обміну.

Індикаторними ознаками є зміна вмісту жирних кислот, збільшення вмісту сахарози і глюкози. До числа найбільш показових ознак специфічної індикації [належить](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F-%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B6%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F) зміна хімічного складу біомаси й накопичення полютантів.

**3.Оцінка реакції рослин на забруднення атмосфери**

У польових умовах необхідний ретельний добір рослин для встановлення залежності «доза – реакція». Якщо рослина реагує на вплив ушкодженням листів, зміною темпів росту, врожайності, варто експериментально з’ясувати, як вона реагує на різні дози того самого речовини або суміші.

Ушкодження листів можна аналізувати [за допомогою](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE-%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83) серії фотознімків методом прямих порівнянь знімків уражених листів із контрольними знімками листя рослин, що зазнали впливу від відомих забруднюючих речовин у лабораторних умовах. Розподіл ділянки, що досліджується, з великою кількістю рослин на квадрати дає можливість виразити кількісно [дані](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%86%D0%B5%D0%B9-%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9) про ушкодження листя, з’ясувавши кількість [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) ушкоджень; ступінь ушкодження; чисельність ушкоджень на одиницю поверхні.

Використовуючи лінійні графіки можна відобразити залежності ушкодження листя від періоду дії дози забруднюючої речовини. Ці криві можна порівняти з кривими «доза – реакція», отриманими в лабораторних умовах. У такий спосіб можна визначити якісний склад повітря [протягом](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B6) визначеного періоду і встановити [вид](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) забруднюючої речовини або склад суміші. Визначений метод кількісної [оцінки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) вибирають залежно від рослинного матеріалу, що забруднює речовини й вимірюваних параметрів.

Ступінь ушкодження трав’янистих рослин з’ясовують візуально, визначаючи [площу](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BC%D0%B0%D0%B9%D0%B4%D0%B0%D0%BD) (у відсотках) пошкодженої поверхні листя. У випадку спостереження за хвойними рослинами оцінюють довжину голок, їхній колір і форму, вік хвої, кількість ушкоджених голок на галузі (у відсотках).

Результати спостережень можна об’єднати у дві групи: [площа](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BC%D0%B0%D0%B9%D0%B4%D0%B0%D0%BD) пошкодженої листової поверхні (у відсотках); [площа](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BC%D0%B0%D0%B9%D0%B4%D0%B0%D0%BD) нових ушкоджень кожної рослини за визначений період часу. Якщо рівень забруднення визначається [по](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE) обсягу поглинання забруднюючої речовини, з’ясовують кількість забруднюючої речовини або кількість метаболітів, [спричинених](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D1%8F%D0%BA%D1%89%D0%BE-%D0%BD%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2) полютантом. Рослини-колектори можна успішно використовувати для моніторингу важких металів. Метали не тільки накопичуються в листі лишайників, а й поглинаються [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) тілом і акумулюються в тканинах. Висушивши, зваживши і здійснивши хімічний аналіз тканини зібраних рослин, можна визначити кількість металу, що був поглинутий.

Змінюючи проміжки часу між зборами рослин, можна зіставити вміст металу в [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) тканинах із концентрацією металу в повітрі. Лишайники можна використовувати для контролю вмісту SО2 у [навколишньому середовищ](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F)і. Здатність до акумуляції SО2 залежить від [виду](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) цих рослин. Об’єднання методів інструментального моніторингу зі спостереженнями за лишайниками дає можливість установити залежність між [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) ростом і концентрацією SО2 у [навколишньому середовищ](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F)і. Швидкість росту й колір лишайнику вказують на присутність або [відсутність](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B0-%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BC-%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%94-%D0%BD%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%94) SО2 і його приблизну концентрацію в повітряних масах. Цей метод використовують [для](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) моніторингу SО2 в Англії, Ірландії, Канаді, Франції, Швеції і США.

**4.Добір і підготовка біологічних об’єктів для біоіндикації атмосферного повітря**

Отримання достовірних, повних і точних [даних](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%86%D0%B5%D0%B9-%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9) за допомогою біоіндикації можливе лише в разі точного дотримання низки вимог. Так, [при](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) доборі рослин для використання їх в ролі біомонітора необхідно дотримуватися таких умов:

* наявність у рослини вираженої реакції на вплив забруднюючої речовини, тобто помітних ознак ушкодження, змін швидкості росту, морфологічних змін, порушень цвітіння, змін продуктивності або врожайності;
* до[бір](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%96%D1%80) рослин, невибагливих до умов вирощування і догляду;
* до[бір](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%96%D1%80) рослин, які мало піддаються впливу шкідників та хвороб.

Отримання усереднених зразків матеріалів рослинного походження (сформованих із 5-6 разових проб) є складним завданням, що потребує правильного обрання місця, способу й часу. Рослинні зразки [треба](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%B1%D0%B0) збирати на достатньо великій відстані від будівель, доріг і джерел забруднюючих речовин. Досліджувану ділянку умовно розділяють на кілька квадратів, з кожного рівномірно відбирають рослинний матеріал (листя, стебла, кору) у необхідній кількості. Паралельно з [добором](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%96%D1%80) проб проводять біологічний облік відібраних рослин (висота рослин, кількість пагонів на одній рослині, фази розвитку).

Пробу рослин (цілі або [окремі](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%B5%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D0%BE%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9) частини) збирають у першій половині дня [в](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) суху погоду. На ранніх стадіях розвитку (2-3 листа) у [ній може б](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)ути не менше 10 рослин з одного гектара; для гречки, гороху, зернових – 25; у високорослих рослин беруть нижні, добре розвиті листки (не менше 50 рослин). Пробамає бути репрезентативною, тобто забезпечувати відповідність її хімічного складу хімічному складу матеріалу, що аналізується (наприклад, кількість рослинного матеріалу квітів – 300 м, подрібненого листя і трави – 200 м, трави – 400-600 м, кори й коренів – 600-650 г).

Паралельно з добором проб проводять біологічний облік відібраних рослин (висота рослин, кількість паростків на одній рослині, фази розвитку). Аналізи рослинних зразків проводять відразу, або зберігають них у холодильнику. Призначений для аналізу рослинний матеріал очищають від піску, землі й інших механічних домішок. Після цього листки, плоди й насіння обов’язково просушують до повітряно-сухого стану (крім випадків, коли необхідно зробити аналіз рослинного зразка в сирому [вигляді)](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8), пробу гомогенізують (подрібнюють). Сирі рослинні матеріали подрібнюють у міксері або іншому гомогенізаторі, використовуючи чистий скляний посуд і зроблене з нержавіючої сталі дробильне оснащення.

Інтенсивної вентиляції зразка [під час](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) гомогенізації треба уникати, тому що це [може](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2) [призвести](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B8-%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B8-%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%B8) до втрат деяких компонентів, особливо тих, котрі легко окисляються. Сухі і висушені продукти (зерно, насіння) подрібнюють спеціальними млинками, іноді просівають ситом із визначеними розмірами отворів, щоб [одержати](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B4%D1%96%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BD%D0%B0%D0%B1%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8) потрібну зернистість.

Зразки біологічного походження перед аналізом, зазвичай, мінералізують сухим (спалювання органічної речовини за вільного доступу повітря, у [результаті чого](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BC%D1%96%D0%B6-%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) залишаються мінеральні елементи переважно у [виді](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) оксидів металів) або вологим (озолювання органічної речовини розчинами кислот, унаслідок чого виходить розчин із мінеральними речовинами) методами. Щоб [при](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) сухій мінералізації (озоленні) не втратити літаючі компоненти, рослинний зразок нагрівають до температури не вище 450°С. Оскільки,в [більшості](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%B3%D0%BE) випадків, не вдається цілком позбутися органічних компонентів, до золи додають концентровану азотну кислоту і випарюють насухо.

Для позбавлення від залишків вуглецю використовують метод випарювання із соляною кислотою на піщаній лазні. Елементи мінерального залишку визначають [за допомогою](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE-%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83) визначених хімічних реакцій. У деяких випадках застосовують метод мінералізації зразка вологим способомз використанням таких речовин, як азотна кислота, азотна кислота й соляна кислота з добавкою перекису водню, сірчана кислота і соляна кислота.

У досліджувану пробу доливають суміші кислот, залишають на визначений період до обвуглення рослинної маси. Після цього розчин підігрівають на слабкому вогні 5-7 хв. до утворення однорідної коричнево-бурої маси, температуру озолення підвищують і [продовжують](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%96-%D0%B4%D0%B0%D0%BB%D1%96) його. Повне озолення триває 15-20 хв. Після його закінчення розчин прохолоджують, розбавляють дистильованою водою і визначають потрібні елементи, застосовуючи характерні для того або іншого елемента хімічні реакції.

### ТЕМА 11. БІОІНДИКАЦІЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

**Мета:** опанувати знання щодо методів [оцінки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) водного середовища [за допомогою](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE-%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83) біоіндикаторів.

**План**

1.Чинники забруднення водного середовища.

2.Характеристика водного середовища і пристосування до них живих організмів (організми-індикатори температурного режиму, газового складу, кислотно-основних властивостей, солоності, прозорості води).

3.Зміни водних екосистем [при](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) антропогенному забрудненні. Сапробність і таксобність.

4.Біоіндикація з використанням зообентосу, зоопланктону, фітопланктону, перифітону.

5.Методи біологічної [оцінки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) якості води.

**🖉Основні поняття:** сапробність, евритерми, стенотерми, оліготерми, літофіли, псаммофіли, пелофіли, таксобність, полісапроби, мезосапроби, зообентос, перифітон, зоопланктон, фітопланктон, індекс сапробності, індекс Вудівісса, індекс Гуднайта-Уітлея.

**1.Чинники забруднення водного середовища**

Усі сторони сучасної діяльності людини є потенційним джерелом забруднення водних екосистем. Вирубка лісів, осушення і зрошення земель, зміна мережі гідрографії, урбанізація території, промислові й побутові стоки, добрива, детергенти, пестициди [спричиняють](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%96-%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D1%8F%D1%82%D0%B8) за собою зміни режиму екосистем. Розвиток атомної промисловості (радіоактивні осідання, поховання ядерних відходів, скидання ядерних електростанцій) веде до радіоактивного зараження водойм, з подальшою акумуляцією радіоактивних речовин в організмі риб[и як безпосередньо](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BC-%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BC) з води, так і з об’єктів [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) живлення.

Скидні води енергетичних підприємств сприяють тепловому забрудненню і є згубними для життя гідробіонтів.

Вживані в сільському господарстві пестициди й добрива потрапляють у водойми і створюють у [ряді](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BA%D0%B0) випадків надлишок мінеральних речовин. Особливо небезпечними для тварин є аміак і солі амонію, [які навіть](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D1%96%D0%B2) у невеликих концентраціях [спричиняють](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%96-%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D1%8F%D1%82%D0%B8) [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) загибель.

З промисловими стоками у водойми поступають важкі метали, хлорорганічні сполуки, пестициди, нафтопродукти й багато інших речовин.

Особливу небезпеку представляють сполуки оксидів азоту й сірки, ТЕЦ, що містяться у викидах автотранспорту й хімічних підприємств, які випадають у вигляді кислотних дощів.

У водоймах падає показник рН, що [спричиняє](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%96-%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D1%8F%D1%82%D0%B8) за собою біологічні наслідки. [При](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) рН 6,5-6,0 гинуть ракоподібні, молюски, ікра риб і земноводних, [при](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) рН 6,0-5,0 наступає загибель риб – форелі, плітки, окуня й щуки звичайної. Подальше зниження рН до 4,5 і нижче призводить до знищення всякого життя.

Найбільш характерний тип забруднення природних водойм – скидання в них великих мас органічних речовин, що розкладаються, і біогенних елементів, які також сприяють зростанню маси органіки у водоймі. Таке забруднення [призводить,](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B8-%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B8) насамперед, до замулювання дна, збільшення кормової бази детритоядних тварин і мікроорганізмів, зниження кількості розчиненого у воді кисню. Саме ці чинники безпосередньо змінюють склад угруповань. Для кількісної [оцінки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) органічного забруднення введена шкала сапробності (ксено-, оліго-, β-мезо-, α-мезо- і полісапробні водойми). Паралельно зі звичайною органікою, але в менших дозах, людство забруднює водойми отрутохімікатами, нафтопродуктами, солями металів, теплом, шумом, радіацією й електромагнітним випромінюванням. Загальна картина забруднення водойм досить складна, але доведено, що [види,](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) стійкі до органічного забруднення, [зазвичай,](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%BC) більш стійкі й до решти типів забруднень. Тому стійкість живих організмів до забруднення вимірюють, як правило, за єдиною шкалою сапробності.

**2.Характеристика водного середовища і пристосування до них живих організмів (організми-індикатори температурного режиму, газового складу, кислотно-основних властивостей, солоності, прозорості води)**

Як уже зазначалося раніше, індикатори – це [види](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) рослин і тварин, у тому числі й риби, [за допомогою](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE-%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83) [яких](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BC%D1%96%D0%B6-%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) можна оцінити ступінь забруднення [навколишнього середовищ](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F)а, здійснювати постійний контроль її якості і змін. Наприклад, дзеркальний короп і золота рибка стають неспокійними за наявності у воді стоків нафтової й хімічної промисловості. Висока чутливість щуки звичайної до забруднення робить її надійним індикатором стану питної води. Індикаторами чистоти водойми можуть служити головач сибірський і форель.

У своєму природному стані різні природні водойми можуть сильно відрізнятися один від одного. На водну флору і фауну діють такі показник[и як глибина](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BC-%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BC) водойми, швидкість течії, кислотно-лужні властивості води, каламутність, кисневий і температурний режим, кількість розчиненої органіки, сполук азоту і фосфору й багато інших. На всі ці параметри вплива[є як антропогенне](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BC-%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BC) навантаження, так і природні процеси, що відбуваються у водоймах. Для водойм різних типів у нормі буде характерний різний видовий склад і велика кількість водних організмів (гідробіонтів).

Далі охарактеризуємо основні умови проживання водних організмів у водоймах із різними характеристиками.

А) Температурний режим.Температура води й динаміка її змін – найважливіший екологічний чинник для всіх мешканців водойм. Адже температура не тільки безпосередньо впливає на гідробіонтів, регулює швидкість життєвих процесів, але і визначає найважливіші фізико-хімічні властивості води.

Водні організми пристосувалися до різних температурних умов проживання: одні з них живуть у гарячих джерелах [за](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) температурою 45-50°С і вище, інші активні [за](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) температурою води –2°С і можуть витримувати промерзання –12°С. Важливе інше: через свою високу теплоємність вода є набагато більш термостабільним середовищем, ніж повітря, тобто її температура змінюється поволі, а це сприятливо для існування живих організмів. У водоймах суші температура зазвичай коливається значно істотніше, ніж у морях і океанах. Особливо це характерно для водойм помірного поясу, де сезони сильно відрізняються один від одного, і температура води [протягом](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B6) [року може з](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)мінюватися на 10-20°С. Організми, що [здатні](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B9) жити у воді різної температури й переносити значні її коливання, називаються ***евритермними***. У них виробляються різні пристосування, які [дають змогу](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B7%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83-%D0%BD%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%83) компенсувати дії змінної температури: змінюється активність ферментів, загальна інтенсивність процесів обміну речовин. Самі організми проводять міграції в місця зі стабільнішою або сприятливішою температурою. Так багато прісноводних риб взимку скупчуються в найбільш глибоких ділянках водойми. Іноді зниження швидкості обміну речовин [при](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) низькій [температурі може б](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)ути вигідно для організму: наприклад, риб це оберігає від виснаження організму взимку, у період із несприятливими кормовими умовами.

Організми, [здатні](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B9) [існувати](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%96%D1%81%D0%BD%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B1%D1%83%D1%82%D0%B8) тільки у вузькому діапазоні температур, називаються ***стенотермними***. Для них зміну температурну режиму [водойми може в](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)иявитися згубним. [Існують](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%96%D1%81%D0%BD%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B1%D1%83%D1%82%D0%B8) стенотермні [види](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) пристосовані до життя тільки в холодній воді (струмкова форель) – це ***оліготермні*** [види.](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) Навпаки, є [види,](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) що живуть тільки в теплій воді, що гарно прогрівається. До таких ***політермних*** видів зі звичних нам організмів [належить](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F-%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B6%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F) багато акваріумних рибок. [Людина може в](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)ідчутно впливати на температурний режим водойм. Скидання води із системи охолодження теплових і атомних електростанцій підвищує температуру значних ділянок річки або озера на 5-10 [градусів, що](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BC%D1%96%D0%B6-%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) [призводить](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B8-%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B8) до корінних змін в угрупованні організмів, що населяють цю зону.

Б) Газовий склад. У воді природних водойм розчинені різні гази. Концентрації цих газів залежать від [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) природи, вмісту в атмосфері, а також від температури й солоності води [(з](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) підвищенням цих двох показників розчинність газів падає). Та кількість газу, [яка може р](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)озчинитися у воді за [даних](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%86%D0%B5%D0%B9-%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9) умов, називається «нормальною». Величезне значення для водних організмів має концентрація розчиненого у воді кисню. Цей газ потрапляє у водойми з атмосфери, а також виділяється водними рослинами в процесі фотосинтезу. Відносне значення кожного з цих [шляхів може м](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)інятися залежно від характеристик водойми: у швидкій, порожистій річці зі слабо розвиненою рослинністю більш значуща дифузія кисню з атмосфери. А в [озері що](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BC%D1%96%D0%B6-%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) має могутні зарослі водної рослинності, велика частина [кисню може п](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)оступати у воду в результаті [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) фотосинтетичної активності. [При](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) 0°С і нормальному атмосферному тиску в одному літрі прісної [води може р](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)озчинитися 10,3 мл кисню. Чим тепліша вода, тим менше [кисню може б](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)ути в ній розчинено.

Насичення води атмосферним киснем йде через поверхню. Фотосинтез максимально інтенсивний теж у [верхньому,](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%88%D0%BD%D1%96%D0%B9) найбільш освітленому шарі води. Тому кисневі умови в поверхні зазвичай краще, ніж на глибині. Особливо сильно це [може б](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)ути виражено в тих водоймах, де перемішування води майже не відбувається, а на дні є значна кількість органічних залишків: адже [при](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) гнитті органіка поглинає кисень із води. Через такі процеси вміст кисню у [воді може п](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)адати нижче необхідного для нормального життя водних організмів рівня. Вміст кисню у водоймі змінюється також залежно від сезону й часу доби. Мінімальні його концентрації у воді виявляються зазвичай рано вранці: адже вночі рослини не фотосинтезують, а тільки поглинають кисень у процесі свого дихання. Із сезонів найменш сприятлива з погляду кисневого режиму зима: лід недає змогу проникати у воду кисню атмосфери, умови для фотосинтезу під шаром льоду теж несприятливі. Тому саме взимку найчастіше відбуваються замори – масова загибель гідробіонтів через брак кисню. Деякі водні мешканці порівняно легко переносять низькі концентрації кисню у воді (карась, молюск живородка, малощетинковий черв’як трубочник), оскільки вони пристосувалися до життя у водоймах, де дефіцит кисню – звичайне явище. Інші організми навпаки, надзвичайно вимогливі до вмісту кисню: форель, поденки з родини гептагеніди (*Heptageniidae*), бродячі ручейники (*Rhyacophilidae*).

З інших газів, що мають важливе значення для гідробіонтів, треба [зазначити](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B0%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B2%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%81%D0%B2%D1%8F%D1%82%D0%BA%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8) вуглекислий газ: у невеликих концентраціях він необхідний для ходу фотосинтезу, регулює швидкість деяких процесів метаболізму. Наявність у воді вуглекислого газу дає змогутакож стабілізувати її кислотно-основні властивості.

В) Кислотно-основні властивості води. Кислотно-основні характеристики води природних водойм зазвичай не відчувають сильних змін. Вони залежатьвід характеру живлення водойми, від того, якими породами складено його ложе, а також від хімічних і біологічних процесів, що в ній відбуваються. Вода з рН нижче 6,95 є кислою. За нейтральну вважається вода з рН від 6,96 до 7,3.

Природні води з вищими значеннями рН називаються лужними. Сильний вплив на реакцію води в наших широтах надають сфагнові мохи, що містять велику кількість органічних кислот. У невеликих водоймах на сфагнових болотах рН [води може с](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)кладати до 3,4. Навпаки, під часактивного фотосинтезу у водоймі реакція його [води може с](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)тавати більш лужною (до рН = 10) із-за вичерпання запасів вуглекислоти. [Протягом](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B6) ночі, коли фотосинтез не відбувається, а всі гідробіонти [продовжують](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%96-%D0%B4%D0%B0%D0%BB%D1%96) дихати й насищати воду вуглекислотою, рН знову знижується. Розбіг таких добових коливань кислотності зазвичай не перевищує двох одиниць рН. Найбільш чутливі до закислення водойми молюски та інші істоти з вапняними раковинами: [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) раковини в кислій воді просто починають розчинятися.

Г) Солоність, мінеральний склад. Солоність – сума концентрацій усіх розчинених у воді мінеральних речовин. За прісну вважається вода, що має солоність нижче 0,5 грам/кг (ця одиниця називається промілле). Вода океану зазвичай має солоність від 30 до 35 промілле. Окрім прісних водойм і солоного моря [існують](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%96%D1%81%D0%BD%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B1%D1%83%D1%82%D0%B8) водні об’єкти з проміжним рівнем солоності. Сума концентрацій у воді іонів магнію й кальцію називається жорсткістю. Особливо важливий цей показник для організмів, що мають вапняні скелети й раковини. Якщо для регіону поклади вапняків і інших легкорозчинних гірських порід нехарактерні, вода [більшості](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%B3%D0%BE) водойм буде «м’якою» – тобто містити мало іонів Са2+ і Mg2+. Прісна і солона вода по-різному впливають на організм водних тварин. Особливо сильно розрізняються в морських і прісноводних мешканців системи осморегуляції. Тому солоні водойми мають свою характерну фауну, а прісні водойми – свою. Найменш сприятливі для життя водойми з проміжним рівнем солоності. Як правило, вони мають дуже бідну фауну водних безхребетних.

Д) Прозорість, світловий режим. На поверхню водойм нашого регіону в рік припадає в середньому біля 320 кДж/см2 сонячної енергії. Якщо сонце стоїть у зеніті, а поверхня води ідеально гладка, то від неї відбивається [біля 5](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%BE-%D0%BC%D0%B0%D0%B9%D0%B6%D0%B5-%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%94%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%BE) % падаючої енергії. Навіть [при](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) слабкому хвилюванні частка відбитої енергії зростає до 15 %. Збільшується вона і [при](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) косому падінні променів: якщо сонце [знаходиться](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%83%D1%82%D0%B8-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B1%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F) під кутом 30° до лінії горизонту, то навіть від гладкої водної поверхні буде відбиватися 25% енергії. Але вода набагато менш прозора, чим повітря, вона сильно поглинає й розсіює світлові промені. Проте, хоч би мінімальний рівень освітленості необхідний для [більшості](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%B3%D0%BE) водних організмів: рослинам він потрібний для ведення фотосинтезу органічних речовин, тваринам – для розпізнавання [навколишнього середовищ](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F)а, орієнтації, синхронізації життєвих циклів. Водні тварини мають поганий зір. Риби бачать достатньо чітко тільки на відстані 5-10 см. Зате вони можуть задовольнятися в мільйони раз слабкішим рівнем освітлення, ніж мешканці суші.

Прозорість води – характеристика, що показує, наскільки зменшилася інтенсивність світла [під час](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) його проходження через шар води певної товщини. Океани й моря зазвичай прозоріші, ніж континентальні водойми: у них слабке світло проникає до глибини 150 і більше метрів (глибше за всіх проникають сині й зелені промені). І на таких глибинах ростуть [види](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) червоних водоростей, [що здатні](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B9) вести фотосинтез цьому мізерному освітленні. У континентальних водоймах прозорість і умови освітленості міняються дуже сильно. У гірських річках і озерах [світло може п](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)роникати до дна: дно цих водойм складене малорозчинними породами, у них мало планктону. У рівнинних водоймах прозорість залежить від сезону. У паводок вона мінімальна. На значні глибини світло проникає тільки в озерах із низькими концентраціями органічних речовин – у них [прозорість може д](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)осягати 40 м. У [більшості](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%B3%D0%BE) ж річок і озер прозорість не перевищує 2-3 м. Особливо низьку прозорість мають дистрофні озера із сильно гуміфікованою коричневою водою й евтрофні озера, у яких багато планктону. Кількість зважених частинок, річок, що сильно впливають на прозорість максимально, якщо швидкість течії велика, а підстилаючі породи – м’які.

Е) Ґрунти. Розрізняють дрібнозернисті (м’які) і грубозернисті (жорсткі) ґрунти. До м’яких ґрунтів [належать](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F-%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B6%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F) глина (діаметр частинок менше 0,01 мм) мул (від 0,01 до 0,1 мм) і пісок (0,1-1 мм). До жорстких – гравій (діаметр частинок 0,1-1 см), галька (1-10 см), валуни (10-100 см) і глиби [(більше 100](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%88-%D0%BD%D1%96%D0%B6-%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%B4) см). Зазвичай реальні ґрунти складаються із суміші різних фракцій. [Більшість](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%B3%D0%BE) водних організмів вважають за краще мешкати на визначених типах ґрунту. Організми, що мешкають на піщаних ґрунтах, називаються ***псаммофілами***. На кам’янистих – ***літофилами***, на мулах – ***пелофілами*** й так далі На незвичних ґрунтах водні організми не можуть нормально харчуватися, будувати притулки, що веде до [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) ослаблення й загибелі.Є цікава закономірність: [при](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) порівнянні мешканців кам’янистого ґрунту з ***псаммофілами*** й далі – з ***пелофілами***, середні розміри й маси [деяких](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%B5%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D0%BE%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9) особин зменшуються, зате [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) кількість зростає. Водні організми й самі роблять вплив на донний ґрунт. Рослини скріпляють його своїм корінням, тварини збагачують органікою й активно «переорюють».

Ж) Гідродинаміка (течії, хвилювання). Для водойм суші найбільш характерні постійні течії, що [спричинені](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D1%8F%D0%BA%D1%89%D0%BE-%D0%BD%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2) нахилом русла (у річках), а також періодичні або тимчасові течії, що відбуваються через тертя повітряних мас об водну поверхню або через різниці в температурі й щільності води в різних частинах водойми. На порожистих ділянках річок швидкість [течії може д](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)осягати декількох метрів у секунду. Умови проживання на таких ділянках дуже своєрідні: через інтенсивне перемішування вода насичена киснем, [є](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%96%D1%81%D0%BD%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B1%D1%83%D1%82%D0%B8) постійна небезпека бути відірваним від ґрунту і знесеним течією. Харчові частинки з великою швидкістю проносяться мимо. Організми, пристосовані до проживання в таких умовах, називаються ***реакофілами***. Втім, [більшість](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%B3%D0%BE) рівнинних річок мають спокійнішу течію, її швидкість зазвичай не перевищує декількох десятків сантиметрів у секунду. В озерах і ставках течії мають ще менші швидкості, але [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) значення для життя водних організмів дуже велике. Двічі в рік, навесні і восени, во всіх водоймах помірного поясу, що мають достатню глибину, відбувається масштабне перемішування водних мас. Вода в поверхні нагрівається (навесні) або охолоджується (восени) до температури +4°С. Відомо, щоза такою температурою вода має максимальну щільність, тому [верхні](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%88%D0%BD%D1%96%D0%B9) шари води опускаються вниз, а придонні витісняються вгору, до поверхні. [При цьому](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%87%D0%B0%D1%81) перемішуванні глибини водойми збагачуються киснем, а до поверхні піднімаються з глибини біогени й мінеральні солі.

**3.Зміни водних екосистем** [**при**](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) **антропогенному забрудненні. Сапробність і таксобність**

Поняття «Якість води» має на увазі комплексну [оцінку,](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) яка включає гидрохімічні й гідробіологічні характеристики. У наш часі далі використовується традиційний підхід до [оцінки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) якості води, [що ґрунтується на](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%89%D0%BE-%D2%91%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82%D1%83%D1%94%D1%82%D1%8C%D1%81%D1%8F-%D0%BD%D0%B0) визначенні тільки [низки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BA%D0%B0) хімічних показників. Це не [дає змогу](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B7%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83-%D0%BD%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%83) оцінити зміни у водній екосистемі, оцінити ступінь порушень, з’ясувати [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) механізм і дати прогноз подальшої зміни в екосистемі. Такі завдання можна вирішити, використовуючи методи біоіндикації.

У водоймах із найбільш «чистою» водою, де містяться низькі концентрації біогенних і органічних речовин, кількість видів гідробіонті[в](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2), [зазвичай](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%87%D0%B0%D0%B9),[н](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)ижча, ніж у тих водоймах, де органічні речовини, сполуки азоту і фосфору присутні в помірних концентраціях. Для багатьох водних організмів, що мешкають у мезо- і евтрофних водах, помірний рівень забруднення є нормальним станом місця існування. Частина таких видів [цілком може с](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)лужити індикаторами забруднення води органічними й біогенними речовинами.

Інша частина видів, що мешкають у вузьких межах умов [навколишнього середовищ](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F)а не [витримують навіть](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D1%96%D0%B2) невеликого забруднення і зникають – такі [види](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) є якісними індикаторами низьких рівнів забруднення.

У [міру](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BC%D1%96%D1%80%D0%B0-%D0%B7%D0%B0%D1%85%D1%96%D0%B4) надходження органічних і біогенних речовин відбувається поступова зміна хімічного складу води, видового складу гідробіонтів, відбувається перебудова структури і функцій екосистеми загалом. На початку процесу забруднення зміни в екосистемі незначні і зворотні. Надалі екосистема збільшує свою здатність до [перетворення](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) речовин, що поступають, але до певної межі. [Їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) перевищення [призводить](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B8-%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B8) до деградації й повного руйнування екосистеми.

***Сапробність*** *–* здатність водних організмів жити у воді, яка містить різну кількість органічних речовин. За ступенем органічного забруднення водоймища прийнято поділяти на [полі-,](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BA%D1%96%D1%81%D0%BD%D1%96-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%BC) мезо- та олігосапробні, а організми, що в них проживають, відповідно називати [полі-,](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BA%D1%96%D1%81%D0%BD%D1%96-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%BC) мезо- або олігосапробами.

***Таксобність*** *–* ступінь забруднення водойми, чи її частини токсичними речовинами.

**4.Біоіндикація з використанням зообентосу, зоопланктону, фітопланктону, перифітону**

Для біологічної індикації якості вод можна використовувати майже всі групи організмів, які населяють водойми: планктонні й бентосні безхребетні, найпростіші, водорості, макрофіти, бактерії. Організми, які зазвичай використовуют[ь як біоіндикатори,](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BC-%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BC) відповідальні за самоочищення водойми, беруть участь у створенні первинної продукції, здійснюють трансформацію речовин у водних екосистемах.

Склад і стан [рослинності може в](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)казати на наявність забруднювачів води в межах різноманітних промислових комплексів.

Наявність і розподіл водоростей – це надійний показник забруднення й санітарного стану вод у морях, ріках та озерах. Деякі [види](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) водоростей зникають [під час](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%96) наближення до джерел забруднення, а інші (наприклад, морський салат (*Ulva lactиca*)) поширюються за підвищеного забруднення вод. У місцях витоку стічних вод залишається лише бідна флора полісапробіонтних водоростей, що витримують велику концентрацію органічних речовин у воді й тому є індикаторами дуже забруднених вод.

Водорості бентосу є ще точніші індикатори санітарного стану морських вод. У бухтах Чорного моря в чистих водах живуть десятки видів діатомей, що зникають у [міру](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BC%D1%96%D1%80%D0%B0-%D0%B7%D0%B0%D1%85%D1%96%D0%B4) забруднення води. У разі слабкого забруднення з’являються полісапробіонтні діатомеї (мелозіри та ін.) На максимальне забруднення води вказує масовий розвиток *Melosira monilifoonnis*.

Виявити присутність небезпечної забруднюючої речовини у водоймі можна [за допомогою](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE-%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83) проявів її токсичного ефекту на рибах.

Встановлено, що найбільша чутливість до дефіциту кисню збігається з чутливістю до органічного забруднення. Щодо стійкості до органічних забруднень і дефіциту кисню розрізняють індикаторні групи організмів:

* ***полісапроби*** *–* організми, що витримують сильний ступінь дефіциту кисню (личинки комара *Chaoborus*, мухи-бджоловидки (*Fristalis tenax)*);
* ***мезосапроби*** *–* витримують лише середній ступінь забруднення (інфузорія парамеція, карась, короп, лин);
* ***олігосапроби***– [здатні](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B9) витримати лише слабкий ступінь забруднення, вимогливі до кисню (форель, багато личинок мошок).

Потреба в кисні в різних видів риб неоднакова: у форелі – висока, яка становить 7-11см3/л; у піскаря, коблика – середня (5-7 см3/л); у плотви, йоржа – низька (4 см3/л); у коропа, лина – наднизька (0,5 см3/л).

***Гідробіологічні показники якості води* –** кількісні та якісні характеристики груп водного населення, що використовуються для [оцінки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) еколого-санітарного стану водних екосистем.

Якість води визначають, оцінюючи реакцію гідробіонтів на забруднення. Індикатори гідробіонти – це зообентос, перифітон, зоопланктон і фітопланктон.

***Зообентос*** – сукупність донних тварин, що живуть на дні або в ґрунті морських і прісних водоймищ. Стан зообентосу характеризує зміни водного середовища [протягом](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B6) тривалого часу. Вивчення зообентосу, відібраного в різних місцях водоймища, дає змогу [одержати](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B4%D1%96%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BD%D0%B0%D0%B1%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8) інтегральні [оцінки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) якості води та ступеня забруднення донних відкладів.

***Перифітон*** *–* поселення водних рослин і тварин на підводних скелях, камінні, річкових суднах, палях та інших об’єктах. Дослідження перифітону застосовують для оцінювання усередненої якості води водного об’єкта [протягом](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B6) довготривалого періоду часу, а також встановлення фактів забруднення водного об’єкта [(за рахунок](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B0-%D0%BA%D0%BE%D1%88%D1%82-%D0%B7%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D1%8F%D0%BA%D0%B8-%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B4%D0%BE%D0%BA) накопичення токсикантів) у тому разі, якщо в момент спостереження вода вже повністю самоочистилася.

***Зоопланктон*** *–* сукупність тварин, що населяють водну товщу та пасивно переносяться течіями. Зоопланктон – досить надійний індикатор якості води в малопроточних річках, озерах, водосховищах та ставках. Його досліджують для отримання характеристик якості води в пунктах спостереження за порівняно короткий період часу.

***Фітопланктон*** *–* сукупність рослинних організмів, які населяють товщу води морських та прісних водоймищ і пасивно переносяться течіями. Фітопланктон характеризує якість водних мас, де проходив його розвиток, тому на водотоках забирають проби фітопланктону, які використовують для одержання інформації про рівень забруднення на ділянках, розміщених за течією вище від пунктів спостережень.

[Оцінка](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) якості води водойм і [водотоків може б](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)ути проведена з використанням фізико хімічних та біологічних методів. Біологічні методи оцінки – це характеристика стану водної екосистеми [за](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE) рослинним і тваринним населенням водойми.

Будь-яка водна екосистема, перебуваючи в рівновазі з [факторами](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA) зовнішнього середовища, має складну систему рухомих біологічних зв’язків, які порушуються під впливом антропогенних [факторів.](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA)Насамперед, вплив антропогенних [факторів,](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA) і зокрема, забруднення відбивається на видовий склад водних спільнот і співвідношення чисельності складають [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) видів. Біологічний метод [оцінки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) стану водойми [дає змогу](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B7%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83-%D0%BD%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%83) [вирішити завданн](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B7%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2_%D1%8F%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D1%83)я, вирішення яких [за допомогою](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE-%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83) гідрофізичних і гідрохімічних методів неможливо. [Оцінка](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) ступеня забруднення водойми за складом гідробіонтів [дає можливість](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B7%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83-%D0%BD%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%83) швидко встановити його санітарний стан, визначити ступінь і характер забруднення та шляхи його розповсюдження у водоймі, а також дати кількісну характеристику протікання процесів природного самоочищення.

Найбільш повно методи біотестування розроблені для гідробіонтів і [дає змогу](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B7%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83-%D0%BD%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%83) використовувати [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) для [оцінки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) токсичності забруднень природних вод, контролю токсичності стічних вод, експрес-аналізу в санітарно-гігієнічних цілях, для проведення хімічних аналізів у лабораторних цілях і вирішення цілого [ряду](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BA%D0%B0) інших завдань.

[Під час](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) скидання у водоймище токсичних речовин, що містяться в промислових стічних водах, відбувається пригнічення і збіднення фітопланктону. [При](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) збагаченні водойм біогенними речовинами, що містяться, наприклад, у побутових стоках, значно підвищується продуктивність фітопланктону. У разі перевантаження водойм біогенними виникає бурхливий розвиток планктонних водоростей, що, фарбують воду в зелений, синьо-зелений, золотистий, буре або червоний кольори («цвітіння» води). «Цвітіння» води настає за наявності сприятливих зовнішніх умов для розвитку одного, рідко двох-трьох видів. [При](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) розкладанні надлишкової біомаси, виділяється сірководень або інші токсичні речовини. Це [може п](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)ризводити до загибелі зооценозов водойми й робить воду непридатною для пиття. Багато планктонні водорості в процесі життєдіяльності нерідко виділяють токсичні речовини. Збільшення у водоймах вмісту біогенних речовин у результаті господарської діяльності людини, що супроводжуються надмірним розвитком фітопланктону, називають антропогенним евтрофікуванням водойм.

Якісним біоіндикатором є водорості Ностак сливоподібна. Наявність цього [виду](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) говорить про чисту воду. Перша ознака тривоги – подрібнення й порушення правильної округлої форми смарагдових «куль» цієї водорості.

Бурхливий розвиток інших синьо-зелених водоростей, наприклад, осцилятор – хороший індикатор небезпечного забруднення води органічними сполуками. Кращий індикатор небезпечних забруднень – прибережне обростання, що розташовуються на поверхневих предметах у [кромки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BA%D0%B0-%D1%80%D0%B5%D0%B1%D1%80%D0%BE-%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B3) води. У чистих водоймах ці обростання яскраво-зеленого кольору або мають бурий відтінок.За надлишком у воді органічних речовин і підвищення загальної мінералізації обростання набувають синьо-зелений колір, тому що складаються в основному із синьо-зелених водоростей.

Хороші результати дає аналіз бентосних (придонних) безхребетних. [Оцінка](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) чистоти водойм робиться за переважанням, або [відсутності](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B0-%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BC-%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%94-%D0%BD%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%94) тих чи інших таксонів. Фітопланктон найбільш поширений і добре вивчений з усіх екологічних груп водоростей. Склад фітопланктону має велику видову насиченість. Аналіз видового складу, достатку й кількісного поширення видів фітопланктону входить у всі програми екологічного моніторингу водойм.

Вивчення фітопланктону водойм проводиться [через](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%87%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7-%D0%B7%D0%B0-%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D1%8E-%D1%83-%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1) збір проб на встановлених станціях. Для визначення видового складу фітопланктону з проби на предметне скло наноситься крапля матеріалу, закривається покривним склом і аналізується під мікроскопом. Ідентифікація видів здійснюється [за допомогою](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE-%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83) визначника.

***Синьо-зелені водорості*** – прокаріоти, [зустрічаються](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BF%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F) повсюдно й можуть мешкати в таких екстремальних біотопах, як гарячі джерела й кам’янисті пустелі.

***Діатомові водорості*** – мікроскопічні організми, [зустрічаються](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BF%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F) у всіх [видах](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) вод. Утворюють основну масу складу продуцентів у водоймі, вони є початком харчового ланцюга. [Їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) поїдають безхребетні тварини, деякі риби. Масове розвиток деяких діатомових [водоростей може м](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D1%96%D0%B2)ати й [негативні](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%B2%D1%96%D0%B4_%D1%94%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9) наслідки (впливають на якість води, [спричиняють](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%96-%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D1%8F%D1%82%D0%B8) загибель личинок риб, забиваючи їм зябра). Багато діатомеї можна використовувати як індикатори якості води водойми.

***Зелені водорості*** – один із [самих великих](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BD%D0%B0%D0%B9%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B8%D0%B9-%D1%81%D1%82%D1%83%D0%BF%D1%96%D0%BD%D1%8C-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8F) відділів водоростей. Евгленові водорості – поширені виключно в прісних водоймах, багаті органічними речовинами, у клітинах містять численні криваво-червоні гранули. [При](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) масовому розвитку ці [види](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) утворюють на поверхні води червоний наліт, деякі [види](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) [викликають](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%96-%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D1%8F%D1%82%D0%B8) «цвітіння» води, фарбуючи її в коричневий колір.

***Золотисті водорості*** – переважно прісноводні водорості, найчастіше [зустрічаються](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BF%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F) в чистих водоймах. Зазвичай вони розвиваються в холодну пору року.

***Дінофітові водорості*** – [існують](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%96%D1%81%D0%BD%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B1%D1%83%D1%82%D0%B8) у прісних водах і в морях. [Серед](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B5) них [є](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%96%D1%81%D0%BD%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B1%D1%83%D1%82%D0%B8) [паразити, які](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BC%D1%96%D0%B6-%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) знищують личинок устриць, [види](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) які виробляють отруту, смертельну для риб. Крім, того розкладаючись після свого масового розвитку, так званих «червоних припливів», вони можуть отруювати воду на багато кілометрів шкідливими продуктами розпаду, впливаючи на риб та інших водних тварин.

Підкреслюючи всю важливість методів біоіндикаці[ї як дослідження,](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BC-%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BC) необхідно [зазначити,](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B0%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%B2%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D1%81%D0%B2%D1%8F%D1%82%D0%BA%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8) що біоіндикація передбачає виявлення забруднення [навколишнього середовищ](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F)а, що вже відбулося або відбувається, [за](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE) функціональними характеристиками особин і екологічних характеристиках угрупування організмів. Поступові ж зміни видового складу формуються в результаті тривалого отруєння водойми, і явними вони стають у випадку кардинальних змін. Для річок і струмків найбільш точні результати дає вивчення донних організмів (бентоса) і мешканців укорінених на дні водних рослин (перифітона), які, не переміщаючись разом із потоком, краще відображають загальну якість води, що протікає над ними. У стоячих водоймах разом із бентосом перспективне використання організмів – мешканців товщі води (планктону).

Для біоіндикації можуть використовуватися показники біосистем усіх рангів. Зазвичай, чим нижчий ранг біосистеми, використовувано[ї як біоіндикатор,](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BC-%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BC) тим більше точними можуть бути висновки щодо впливу чинників середовища й навпаки. Для біоіндикації найбільш показові [такі](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D1%83-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%BA%D1%83) характеристики:

* хімічний склад клітин;
* склад, структура і ступінь функціональної активності феноменів;
* структурно-функціональні характеристики клітинних органоїдів;
* розміри клітин, [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) морфологічні характеристики, рівень активності;
* гістологічні показники;
* концентрації полютантів у тканинах і органах;
* частота й характер мутацій, канцерогенезу, потворності.

Найбільш зручним об’єктом біоіндикації є, макрозообентос – макроскопічні (завдовжки [більш ніж 2](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%88-%D0%BD%D1%96%D0%B6-%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%B4) мм) безхребетні тварини, що мешкають на дні водойм і в заростях водних рослин. Це, головно, водні личинки й імаго комах, молюски, п’явки, малощетинкові черв’яки і вищі ракоподібні. Для [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) збору в природі потрібний простий бентосний сачок із вічком 0,5-1 мм (можна застосовувати господарське сито з капроновою сіткою) і пінцетом; визначення у [ряді](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BA%D0%B0) випадків ведеться неозброєним оком, у решті випадків застосовується застосування бінокуляра.

**6.Методи біологічної** [**оцінки**](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) **якості води**

***Індекс сапробності.*** Метод включає визначення відносної частоти трапляння гідробіонтів (h) та [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) індикаторної [значимості](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D1%83%D1%89%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) (S). Визначення (h) проводять за оковимірювальною шкалою:

9,0 – у полі зору багато організмів;

7,0 – часто трапляються в кожному полі зору;

5,0 – нерідко;

3,0 – дуже рідко;

1,0 – поодиноко.

Індикаторну [значимість](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D1%83%D1%89%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) (S) і зону сапробності визначають за списками сапробних організмів.

Індекс сапробності за фітопланктоном у модифікації Пантле й [Букка](http://onlinecorrector.com.ua/ck-%D0%B2-%D1%96%D0%BD%D1%88%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%85) розраховують за формулою:

$f=\frac{\sum\_{}^{}(Sh)}{\sum\_{}^{}h}$.

Для статичної достовірності потрібно, щоб у пробі було не менше 12 індикаторних видів із загальною сумою трапляння h = 30.

У тому випадку, коли в пробах, відібраних на одному місці, не вивчаються декілька різних груп біоценозу, то розрахунок ведуть за формулою:

$$F\_{m=\frac{S\_{1}\sum\_{}^{}h\_{1}+S\_{2}\sum\_{}^{}h\_{2}+S\_{31}\sum\_{}^{}h\_{3}+…+S\_{1}\sum\_{}^{}h\_{1}}{\sum\_{}^{}h\_{1}+\sum\_{}^{}h\_{2}+\sum\_{}^{}h\_{3}+…+\sum\_{}^{}h\_{1}}}$$

де: *fm –*середній індекс; *S1,S2, S3 –*індекс сапробності [певних](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%B5%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D0%BE%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9) співтовариств (макрофлора, макрофауна обростання) або декілька проб одного [співтовариства;](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%81%D0%BF%D1%96%D0%BB%D0%BA%D0%B0-%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-%D1%81%D0%BF%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%82%D0%B0) h1, h2, h3 – суми значень частоти зустрічання [деяких](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%B5%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D0%BE%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9) співтовариств або декількох проб одного [співтовариства.](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%81%D0%BF%D1%96%D0%BB%D0%BA%D0%B0-%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-%D1%81%D0%BF%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%82%D0%B0)

Величину індикаторної [значимості](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D1%83%D1%89%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) (S) визначають за [даними](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%86%D0%B5%D0%B9-%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9) (табл.9).

Таблиця 9 –Величини індикаторної [значимості](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D1%83%D1%89%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Індикаторні організми | S (індикаторна [значимість)](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D1%83%D1%89%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) | Умовні позначення сапробної зони |
| Організми ксеносапробної зони | 0 | X |
| Організми олігасапробної зони | 1 | O |
| Організми бета-мезосапробної зони | 2 | α |
| Організми альфа-мезосапробної зони | 3 | β |
| Організми полісапробної зони | 4 | Р |

Встановлення зони сапробності та класу якості води за індексом сапробності, наведено в таблиці 10.

Таблиця 10 ‒ Зона сапробності та класу якості води залежно від значення індексу сапробності

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Індекс сапробності | Зона сапробності | Клас якості води |
| 0,0-0,5 | ксеносапробна | 1 ‒ дуже чиста |
| 0,51-1,5 | олігосапробна | II ‒ чиста |
| 1,51-2,5 | 𝛽-мезосапробна | III ‒ помірно забруднена |
| 2,51-3,5 | 𝛼-мезосапробна | IV ‒ забруднена |
| 3,51-4,0 | полісапробна | V ‒ брудна |

Найбруднішою зоною вважається полісапробна. Також вона ідентифікується низьким вмістом розчиненого кисню, що повністю витрачається внаслідок процесів деструкції органічних речовин.

Мезосапробна зона характеризується меншим рівнем забруднення, [відповідно до якого](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%BC%D1%96%D0%B6-%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) використовують поділ на 𝛼 ‒ і 𝛽 -мезосапробну ділянки, 𝛼 – мезосапробна зона ідентифікується за перебігом процесу розпаду органічних сполук за умови наявності кисню. У результаті проходження [даного](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%86%D0%B5%D0%B9-%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9) процесу відбувається виділення метану. Причиною виникнення [даної](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%86%D0%B5%D0%B9-%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9) зони є дія неочищених скидів підприємств різних галузей народного господарства. Також 𝛼 -мезосапробні ділянки характерні для заболочених водних об’єктів. Меншими концентраціями недоокислених сполук азоту, сірководню та вищим вмістом розчиненого у воді кисню характеризується 𝛽-мезосапробна зона. Для [даної](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%86%D0%B5%D0%B9-%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9) ділянки водного об’єкта характерним є процес евтрофікації через посилений розвиток фітопланктону в умовах високого насичення води киснем.

Невисокий вміст органічного забруднення характерний для олігосапробної зони водойми. Вода в таких ділянках насичена киснем, переважають сполуки нітратного азоту. Найпоширенішими [видами](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) водоростей олігосапробної зони є діатомові, також наявні ракоподібні, молюски та риби. Процес евтрофікації не характерний для [даної](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%86%D0%B5%D0%B9-%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9) зони водойм. Олігосапробна зона ідентифікується у великих озерах.

Найчистіша вода міститься в ксеносапробних зонах водойм. Вона характеризується невисоким вмістом мінеральних речовин та наявністю невеликої кількості водних організмів. Ксеносапробна зона ідентифікується в майже незмінених господарською діяльністю водах мінеральних джерел, високогірних струмків та озер.

***Визначення індексу Вудівісса***для біотестування мілководних та не широких річок із добре розвинутою водяною рослинністю. Система сапробності дає змогу прослідкувати черговість зникнення й повторної появи організмів, водоростей, найпростіших мікробезхребетних і риб (залежно від впливу забруднювальних речовин).

За базу досліджень Вудівіссом прийнято частоту виявлення в пробах води мікробезхребетних організмів бентосу: веснянки, одноденки, ручейники, тубіфіциди.

Значення біотичного індексу Вудівісса змінюється від 1, 2, 3, 4 (забруднені води) до 10,0 (чисті води).

В екологічній класифікації якості річкових вод це значення становить: забруднені води – < 4,5; чисті – > 4,5 до 10,0.

Значення індексів таксономічних груп наведено в таблиці 11.

Таблиця 11 – Відповідність індексів Гуднайта-Уітлея індексам та зонам сапробності

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Зона сапробності | Індекс сапробності Пантле й [Букка](http://onlinecorrector.com.ua/ck-%D0%B2-%D1%96%D0%BD%D1%88%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%85) | Індекс Гуднайта-Уітлея (%, олігохет) |
| Олігосапробна | 0,5-1,5 | до 30,0 |
| β-мезосапробна | 1,5-2,5 | 30,0-60,0 |
| β, α- мезосапробна | 2,5-3,5 | 70,0–80,0 |
| Полісапробна | 3,5-4,0 | 80,0 |

Індекс Вудівісса розраховується за формулою:

*ІВудівісса =* Σ*хі / n*

де *хі –* значення індексів індикаторних організмів; *n –* кількість виявлених індикаторних організмів.

***Визначення індексу Гуднайта-Уітлея***(за [великими](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D1%87%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B9-%D0%B1%D1%83%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%B4%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9) таксонами). Гуднайт та Уітлей провели індикацію стану водного об’єкта з виявлення організмів бентосу, що визначають ступінь забруднення – олігохет (за частотою виявлення) у відсотках до всіх виявлених видів донних організмів. Шкала вимірювань – від 0 до 100 %.

Забрудненим водам відповідають значення від 66 до 100 %, чистим – до 60 % (табл. 12).

Таблиця 12 – Відповідність індексів Гуднайта-Уітлея екологічним індексам якості води

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Екологічний клас | Індекс сапробності Пантле й [Букка](http://onlinecorrector.com.ua/ck-%D0%B2-%D1%96%D0%BD%D1%88%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%85) | Іе (екологічний індекс) | Індекс Гуднайта-Уітлея(%, олігохет) |
| І | 0,7 | 1,0 | 15,0 |
| ІІ | 1,4 | 3,0 | 30,0 |
| ІІІ | 2,2 | 8,0 | 45,0 |
| ІV | 3,3 | 21,0 | 66,0 |
| V | > 3,3 | > 21,0 | > 66 0 |

***Метод Ніколаєва****.*Для малих і середніх річок відома шкала й метод [оцінки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) якості вод Ніколаєва (1992). Він є,спрощеним варіантом [оцінки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) сапробності [за](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE) Пантле [Букком.](http://onlinecorrector.com.ua/ck-%D0%B2-%D1%96%D0%BD%D1%88%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%85) Цей метод припускає збір якісних [даних](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%86%D0%B5%D0%B9-%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9) зі всіх донних субстратів річки, і визначення безхребетних до родів або сімейств. [За](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE) Ніколаєвим, річкові води діляться на 6 класів за якістю (приблизно відповідні градаціям сапробності):

1 – дуже чисті (ксеносапробні);

2 – чисті (олігосапробні);

3 – помірно забруднені (β-мезосапробні);

4 – забруднені (α-мезосапробні);

5 – брудні (β-полісапробні);

6 – дуже брудні (α-полісапробні).

Оцінюючи за методом Ніколаєва потрібно для кожного класу якості вод у підрахувати число знайдених таксонів; помножити його на значущість таксона, вибрати класи якості вод, що набрав найбільше число балів. Осібно стоїть 6-й клас якості вод, у якому макробентос не [має](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BC%D1%83%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B8-%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD) [зустрічатися](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BF%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F) взагалі (що і є критерієм [приналежності](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B6%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B6%D0%BD%D0%B8%D0%B9) до цього класу).

Метод Ніколаєва задовільно працює для річок [завширки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B0%D0%B2%D1%88%D0%B8%D1%80%D1%88%D0%BA%D0%B8) 7-10 і більше метрів [(тобто крім](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D1%96%D0%B2) найменших), для середніх і сильних забруднень. До слабких забруднень він малочутливий. Не рекомендується застосовувати його і для стоячих водойм, у яких [більшість](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%B3%D0%BE) використаних таксонів-індикаторів не [зустрічаються](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BF%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F) взагалі.

***Метод*** [***оцінки***](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) ***забруднення*** [***по***](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE) [***літореофілам.***](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE-%D0%B8%D1%85-%D0%B0%D1%85-%D1%8F%D1%85)Спеціально для [оцінки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) низьких рівнів забруднення струмків і малих річок [(завширки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B0%D0%B2%D1%88%D0%B8%D1%80%D1%88%D0%BA%D0%B8) від 1 до 10 метрів) пропонується [наступний](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D1%83-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%BA%D1%83) метод і індекс. Він також припускає збір якісних [даних](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%86%D0%B5%D0%B9-%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9) за макробентосом, причому зі щільних субстратів (переважно каменів, у гіршому разі корчів і листового опаду). Ці субстрати населяють ***літореофіли***– [види,](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%B4-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8) найбільш вимогливі до вмісту кисню у воді й чутливі до замулювання. Визначення потрібно вести до родин або родів. Як індикаторні таксони використовуються личинки комах (веснянок, поденок і ручейників) і деякі п’явки. Індикаторні таксони розбиті на дві групи: А (чутливі до забруднення й нестачі кисню) і В (стійкі до нестачі кисню й ті, що збільшують кількість [при](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) органічному забрудненні й замулюванні).

Для визначення індексу потрібно підрахувати в пробі число чутливих до забруднення таксонів (А) і стійких (В).

Якщо А+В = 5 або більше, оцінюємо А/В.

А/В дорівнює 5 і більше: водойма дуже бідна органічною речовиною сама [по](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE) собі, і без слідів забруднення людиною. У середній смузі такі [зустрічаються](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BF%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F) украй рідко.

3-5: водойма незабруднена, така, що несе природний «фон» органічної речовини. Такі [більшість](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%B3%D0%BE) швидких річок і струмків середньої смуги в лісових масивах без населених пунктів.

2-3: водойма несе слабке, зазвичай непряме антропогенне забруднення, або природний «фон» органіки підвищений (вирубки в оточуючому лісі, часткове заболочування долини, боброві запруди й тому подібне).

1-2: у наявності помітне, але не сильне антропогенне забруднення.

0,5-1: забруднення середньої сили.

0-0,5: сильне забруднення, з великою вірогідністю промислового характеру; починаючи з цього рівня рекомендується використовувати інші методи.

Оскільки всі приведені вище індекси й методи покликані вимірювати одне й те ж, [їх](http://onlinecorrector.com.ua/%D1%97%D1%85-%D1%96-%D1%97%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%B9) величини [мають](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BC%D1%83%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B8-%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD) відповідати один одній. На практиці, через складність природи й недосконалості будь-якої з описаних методик, ця відповідність спостерігається далеко не завжди. Порівнювати [оцінки,](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) отримані [за допомогою](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE-%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83) різних методів, потрібно з великою обережністю.